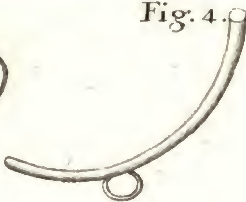
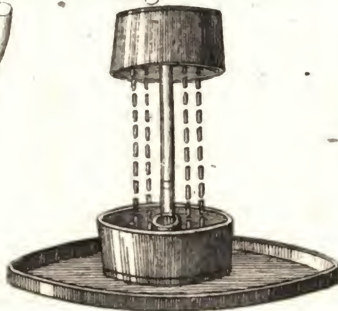

Fig. 4.


Fig. 5.

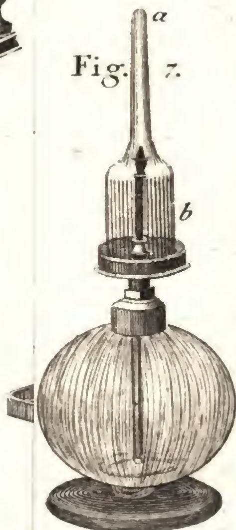
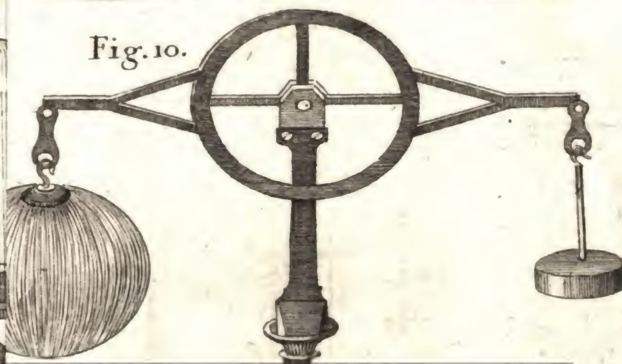
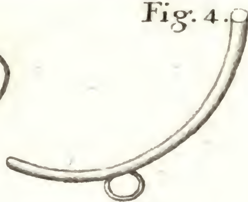
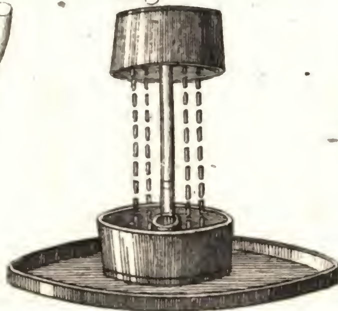

a
Fig. 7.
b


Fig. 6.


Fig. 10.


Fig. 4.


Fig. 5.

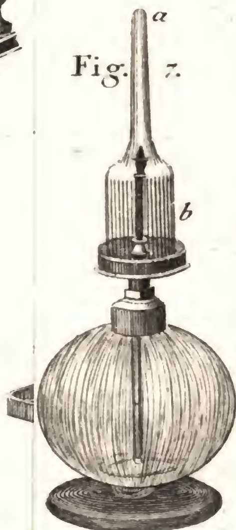
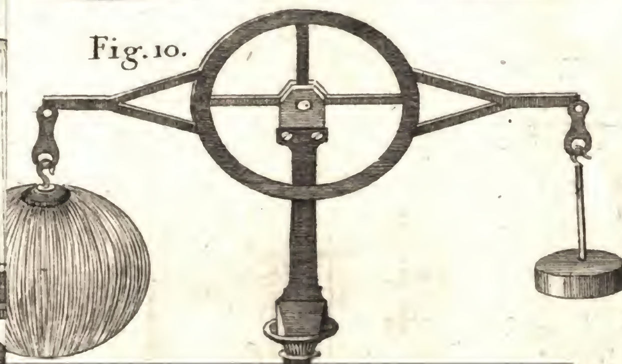
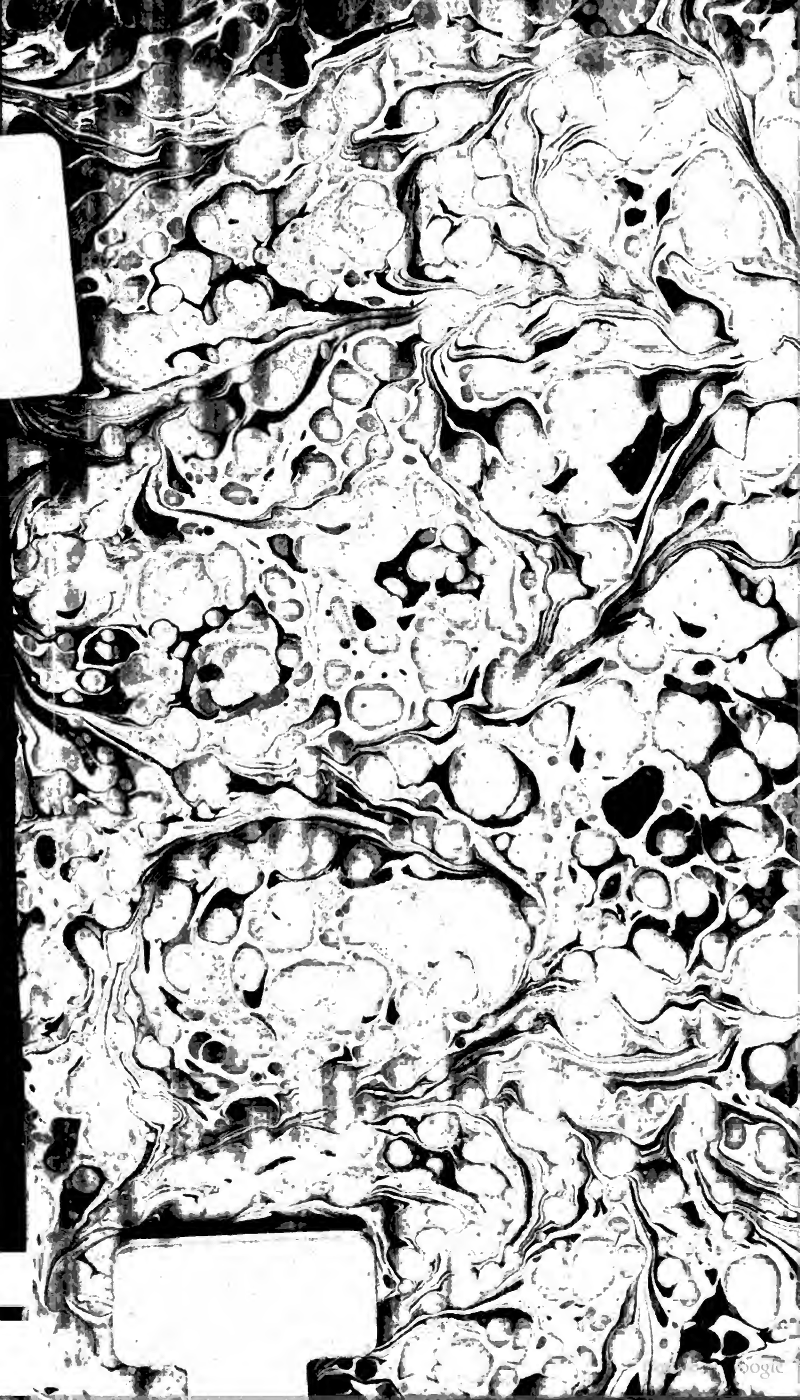

a
Fig. 7.
b


Fig. 6.


Fig. 10.





George Adams
mathematischen Instrumentmachers Sr. Maj. und Optikus Sr. Königl. Hoheit des Prinzen von Wales

Vorlesungen über die Experimental-Physik

nach ihrem gegenwärtigen Zustande
in
unterhaltenden und faßlichen Erklärungen
der
vornehmsten Erscheinungen in der Natur.

Aus dem Englischen
mit einigen Anmerkungen übersetzt
von

J. G. Geißler
Mitgliede der naturforschenden Gesellschaft
in Halle.

Erster Theil.

Leipzig, 1798
bei Siegfried Lebrecht Crusius.

Madame

F. E. S—r

ergebenst gewidmet.

Vorerinnerung
des Uebersetzers.

Zufolge der eigenen Vorrede des nunmehr verewigten Verfassers dieses Werks, hatte Herr Adams bereits seit 25 Jahren den Plan dazu entworfen, wozu ihm besonders sein Aufenthalt in Frankreich und in der Schweiz Gelegenheit gegeben, und wo er nicht selten ein Augenzeuge der verkehrten Anwendung physischer Wahrheiten gegen die geoffenbarte Re-

ligion gewesen: die völlige Bearbeitung aber wurde denn um so mehr befördert, als er sahe, wie selbst in England ähnliche Begriffe herrschend zu werden anfiengen.

Allerdings werden physische Wahrheiten, Untersuchungen der Erscheinungen in der Natur und Folgerungen von denselben nothwendigerweise auf den großen, mächtigen Urheber derselben zurückführen: allein gewiß ist es auch, daß in unsern Tagen eben diese Rückblicke von Naturerscheinungen auf ihre Endursachen um so mehr mit aller Sorgsamkeit behandelt werden müssen, als man jetzt mehr als zu Derhams Zeiten seinen Endzweck verfehlen kann: wer dieß nicht kann, glaube ich, thut jetzt besser, und erreicht früher, obschon unbemerkt, seinen Endzweck, wenn er physische Wahrheiten bloß einfach erzählt.

In wiefern es Herrn Adams gelungen seyn dürfte, seiner guten Absicht Genüge zu thun, getraue ich mich nicht zu entscheiden. Gewiß ist es, er hat nicht selten sehr glückliche Uebergänge auf die Endursachen physischer Wahrheiten getroffen, aber auch nicht selten sie erzwungen. — Hierin glaubte ich, ihm nicht folgen zu dürfen, sondern lieber diese Uebergänge, wo ich sie so ganz losgerissen von dem eigentlichen Zusammenhange der eben vorgetragenen physischen Wahrheit fand, ganz wegzulassen.

Alle diese Uebergänge physischer Wahrheiten auf ihre Endursachen zeigen indessen von der wahren Herzensgüte meines verewigten Freundes, dessen Gefälligkeit ich bereits seit einigen Jahren zu genießen angefangen hatte, und dessen bei verschiedenen Gelegen-

heiten wohl allzustrenge Religiosität in Kleinigkeiten, wo mehr Meinung als bestimmte Wahrheit ist, vielleicht zum Theil seinen für die Kunst allzufrühen Tod beförderte *). Als einer der ersten Künstler in England ist er, hoffe ich, auch in Deutschland zu bekannt, als daß ich dieses hier erst zu sagen Ursache hätte, so wie er auch als Schriftsteller in Sachen, welche zu seiner Kunst gehören, sich auf einer vortheilhaften Seite ausgezeichnet hat.

Ich übergebe hier die Uebersetzung des ersten Theils seiner in verschiedener Rücksicht vrrdienten Vorlesungen über die Experimentalphysik, womit ich einige Anmerkungen, oder

---

*) Herr Adams starb den 14. August 1795 zu Southampton im 45sten Jahre seines rastlosen Lebens.

vielmehr Nachweisungen verbunden habe, da wo ich glaubte, daß sie erforderlich wären. Sollten indessen aber auch diese Vorlesungen dem gelehrten Physiker nichts mehr als bereits bekannte Wahrheiten darbieten, so bin ich indessen doch überzeugt, daß sie dem Dilettanten, und unter Umständen, besonders dem Künstler in physikalischen Instrumenten gewiß entsprechen werden; in letzterer Rücksicht werde ich mich denn auch besonders bemühen, da wo es erforderlich ist, einige nähere Aufschlüsse oder wenigstens Nachweisungen zu geben, welches besonders in den folgenden Theilen die Fälle öfters nöthiger machen dürften, als es in diesem Theile geschehen ist. Ich besitze auch noch eigene schriftliche Erklärungen von diesem schätzbaren Manne, und theils werde ich vermöge meiner eige-

nen praktischen Kenntnisse verschiedenes näher entwickeln können, da der Englische Künstler bei Beschreibung seiner Kunstwerke insgemein sehr kurz ist, und dem eigenen Nachdenken vieles überläßt.

J. G. Geißler.

Inhalt des ersten Theils.

Erste Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften der Luft.

Zweite Vorlesung.

Dritte Vorlesung.

Anhang zur dritten Vorlesung.

Vierte Vorlesung.

Fünfte Vorlesung.

Sechste Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften des Feuers.

Siebente Vorlesung.

Achte Vorlesung.

Neunte Vorlesung.

Zehnte Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften der elastischen Flüssigkeiten.

Eilfte Vorlesung.

Vorlesungen

über die

Physik.

Erste Vorlesung.

Von der Luft.

Ihr ernster Wunsch, die Beschaffenheit und den Gebrauch der Geräthschaften genau kennen zu lernen, welche Sie hier vor sich sehen und zu Ihrem Vergnügen und Unterricht bestimmt sind, gewährt mir das größte Vergnügen. Er bürgt mir für Ihre Aufmerksamkeit und zugleich erhalte ich dadurch Gelegenheit, Sie zu öfteren Fragen und zur Erforschung des Nutzens von allem, was sich Ihrer Beobachtung so reichlich darbietet, aufzumuntern: ein Verfahren, welches für Sie alle von der größten Wichtigkeit ist. Denn wenn Sie keinen Gegenstand, er gehöre in das Gebiet der Geschäfte oder des Vergnügens, vorbeygehen, ohne dem Nutzen nachzuspüren, den Sie oder Andre davon ziehen können, so werden Sie dadurch nicht nur Ihre Aufmerksamkeit erhöhen, Ihre Wißbegierde reitzen und den Forschungsgeist in sich erwecken, sondern Sie werden vorzüglich auch Ihren Verstand schärfen und sich dadurch in Stand gesetzt sehen, den Werth der Dinge richtig zu beurtheilen.

Man kann es als eine Maxime annehmen, daß so wie Thorheit in einem gänzlichen Mangel an Beurtheilung und in Unkunde des wahren Werths der Dinge bestehet, so bestehet im Gegentheile Weisheit in richtiger Beurtheilung und Würdigung alles dessen, was uns umgiebt. Wer also die mehresten Dinge nach ihrem wahren Werthe würdigen und über das, was für ihn das meiste Interesse hat, am richtigsten urtheilen kann, besitzt die größte Weisheit und wird am glückseligsten seyn. Denn gewöhnen wir uns, dieser Maxime gemäß zu handeln, so werden wir nichts unternehmen, was niedrig oder der Vernunft zuwider wäre; wir werden nicht Glückseligkeit da suchen, wo keine zu finden ist, weil wir wissen, daß dieser Schatz in uns selbst verborgen liegt und daß wir bey gezügelten Neigungen und einem pflichtmäßigen Betragen uns allzeit ihrer erfreuen dürfen.

Ihren Wunsch, den Nutzen dieses Apparats kennen zu lernen, hoffe ich aber noch sehr zu erheben, wenn ich Sie mit den Absichten bekannt mache, zu denen er bestimmt ist. Sie werden nämlich dadurch in den Geheimnissen der Naturkunde eingeweiht, und Ihr Geist wird mit den Kenntnissen bereichert werden, welche von Zeit zu Zeit durch die angestrengtesten Bemühungen denkender und forschender Männer erworben wurden. Sie werden dadurch mit dem ganzen Schauplatze der Natur bekannter werden; mit den Mitteln und Wegen, deren sich der Urheber und Erhalter unsers Daseins bediente, um die wunderbaren Erscheinungen hervorzubringen, welche wir am Himmel beobachten; mit den Abwechslungen der Jahreszeiten; mit der Luft, die wir athmen; mit dem Feuer, welches uns belebt. Dieser Apparat dient indessen nicht bloß, die Erscheinungen in der Natur und ihre Ursachen zu erklären, er zeigt uns auch zugleich, was der Geist der Menschen vermag, und wie

die Maschinen beschaffen sind, welche von ihnen theils zur Beförderung ihrer Geschäfte, theils zu ihrer Bequemlichkeit oder Vergnügen erfunden worden sind. So werden Sie z. B. die Wirkungsart der gemeinen Pumpe kennen lernen, und dann in vorkommendem Falle beurtheilen können, ob eine solche Maschine vollkommen oder mangelhaft ist: Sie werden ferner einsehen lernen, mit welchen Eigenheiten und nach welchen Grundsätzen jene berühmte Dampfmaschine, deren Wirkung so oft Ihre Bewunderung erregt hat, errichtet werden muß. Doch es würde Sie vielleicht ermüden, wenn ich alle Kenntnisse und Vortheile aufzählen wollte, die Sie durch diesen Apparat sich verschaffen können. Lassen Sie mich Ihnen nur noch die Versicherung ertheilen, daß, wenn Sie einander oder Ihren Freunden die Versuche und die daraus zu ziehenden Vortheile zergliedern und erklären, und bey den Operationen selbst Hand anlegen, schon dieß keiner der geringsten Vortheile seyn wird, da Sie eben dadurch beides, die Kräfte Ihres Geistes und Körpers stärken und vermehren.

Die Naturphilosophie wird Sie lehren, daß der Theil des unermeßlichen Weltalls, den wir bewohnen, nur ein Punkt in Vergleichung mit dem Sonnensystem, und daß selbst dieses Sonnensystem nur ein Punkt in Vergleichung mit den unermeßlichen Regionen der Fixsterne ist; daß jene höhern Regionen wieder nur ein Punkt gegen die unzählbaren Welten sind, die vielleicht im Schooße des Unendlichen liegen; daß wir die Natur und Eigenschaften der Körper nur oberflächlich kennen, und daß, wie Isaak Newton sich ausdrückt, die Entdeckungen, deren Sterbliche fähig sind, denen eines Kindes gleichen, welches an den Ufern der See einige Kiesel zerschlagen und einige Schalen geöffnet hat, um zu sehen, was darin enthalten sey, indeß es von dem

hinter ihm liegenden gränzenlosen Ocean keine Begriffe hat: Bacon nennt die Naturkunde die große Mutter aller Kenntnisse, denn ohne dieselbe können Beredtsamkeit, Logik, Arzeneywissenschaft, Politik, Moral, Religion ꝛc. weder vortheilhaft geübt, verbessert, und verstanden noch gelehrt werden; so wie denn auch alle mechanische Kenntnisse sich darauf gründen.

Ehe wir indessen zu den physikalischen Versuchen, als demjenigen Zweige der Naturphilosophie, welcher uns ausschließend beschäftigen wird, schreiten, will ich Ihnen die Geschichte des Ursprunges des Worts Philosophie mittheilen, welche hier nicht unzweckmäßig und Ihnen angenehm seyn wird. — Als Pythagoras, von dem Sie bereits vieles werden gehört haben, seine große wissenschaftliche Reise, auf welcher er alle verborgenen Schätze orientalischer Weisheit sich zu eigen machte, vollendet hatte, wandte er sich wieder nach Griechenland und zeigte sich zuerst öffentlich dem bewundernden Auge seiner Zeitgenossen, welche sich eben zu den olympischen Spielen versammelt hatten.

„Seine Erscheinung, sagt ein Schriftsteller, erregte allgemeine Bewunderung, und die Ehrfurcht, welche man ihm erzeigte, erhöhet durch seine männliche Anmuth und seinen ehrwürdigen Anstand, gränzte beinahe an Abgötterey. Hier, auf dem Felde, wo die olympischen Spiele gehalten wurden, umgeben von den griechischen Sophisten, ergoß Pythagoras mit beseelter und rührender Beredtsamkeit und einer bezaubernd harmonischen Stimme seine Lehren der Weisheit, indeß jedes Auge mit Wollust auf einer der vollkommensten Formen in der Natur verweilte. Erstaunen ergriff die Zuhörer und zweifelnd, ob ein Sterblicher geredet habe, fragten alle mit vereinter Stimme: mit welchem Namen sie ihn be-

grüßen sollten. Eure sieben Weisen, antwortete Pythagoras, hatten gerechte Ansprüche auf diesen ehrenvollen Namen, allein ich halte mich zu dem Besitze der Weisheit keineswegs berechtigt und wünsche daher, ihr begrüßtet mich (Liebhaber der Weisheit) Philosoph: *) eine Benennung, die von dieser Zeit an die Sophisten aus Bescheidenheit und zur Unterscheidung sich beilegten."

Ich schreite nun sogleich zu einer allgemeinen Beschreibung verschiedener Stücke dieses Apparats, und will Ihnen die Namen derselben nennen. Dieß wird die Erklärung ihrer besondern und gegenseitigen Anwendung um vieles erleichtern und vereinfachen, und Sie werden sich dadurch in Stand gesetzt sehen, sowohl Versuche mit denselben anzustellen als auch ihre Wirkungen leichter zu erklären.

Das Instrument, welches Sie hier sehen, heißt eine Luftpumpe. (M. s. Taf. I. Fig. 1. 2. 3.) Es ist eins der nutzbarsten physikalischen Instrumente, dessen Wirkung von der Luft abhängt, und besteht aus einer Pumpe, die vermittelst verschiedner anderer Theile mit einem

*) Da das Wort Philosophie in unsern Zeiten von Politikern und Theologen nicht selten gemißbraucht worden ist, so halte ich es für zweckmäßig, eine andere Erklärung davon zu geben, um seine Bedeutung zu sichern und einen Probestein zu haben, woran man die Grundsätze dieser verschiedenen Schriftsteller prüfen kann. „Philosophie ist Untersuchung der Wahrheit jeder Art nach Grundsätzen, die auf sich selbst beruhen. Diese Grundsätze dürfen keineswegs willkührlich aufgegriffen oder auf Voraussetzungen gestützt werden, sondern sie müssen durch viele Erfahrungen und Beobachtungen in der Natur und dem Wesen der Dinge selbst aufgesucht werden."

gläsernen Gefäße verbunden und solchergestalt eingerichtet ist, daß während dem die Stange oder der Pumpstock auf und abwärts bewegt wird, die in dem Recipienten enthaltene Luft weggenommen wird. Die vornehmsten Theile desselben sind: 1) der Zilinder; 2) der Kolben, der in dem Zilinder auf und abwärts geschoben werden kann; 3) zwey Klappen oder Ventile, welche so beschaffen sind, daß sie die ausgezogene Luft verhindern wieder zurückzutreten; 4) die Platte der Pumpe, oder der Teller, auf welchen die Gefäße gestellet werden, aus denen die Luft gezogen werden soll; 5) ein Maß oder Apparat, um den Grad der Verdünnung der Luft zu messen; und 6) eine Schraube, oder Hahn, um wieder Luft zulassen zu können, wenn es erforderlich ist.

Die nothwendigen Erfordernisse einer guten Luftpumpe sind also, 1) daß sie die Luft soviel als möglich ausschöpfe oder verdünne; 2) daß dieses in so kurzer Zeit als möglich geschehe; 3) daß sich an der Pumpe ein Maß befinde, um den Grad der Verdünnung genau schätzen zu können.

Ehe ich Ihnen noch die Einrichtung der Pumpe selbst erkläre, will ich Ihnen vorher einige Arten von Klappen Taf. I. Fig. 4. 5. 6. 7. 8. *) von verschiedener Einrichtung vorlegen, um einen deutlichen Begriff von ihrer Beschaffenheit und Anwendung zu erhalten. Unter **Ventil** oder **Klappe** versteht man eine Vorrichtung wodurch eine Oeffnung solchergestalt verschlossen wird, daß irgend eine Flüssigkeit nach einer Seite, nicht aber nach der entgegengesetzten, oder wieder zurückgehen kann.

---

*) Herr Adams hat weiter keine nähere Erklärung davon gegeben: auch gestattet mir hier der Raum nicht, weitläuftiger zu seyn, was ich aber in einem andern Werke thun werde. G.

Ein Schließhahn ist gleichfalls eine Art Klappe, der, wenn er in einer Stellung eine Flüssigkeit durch eine Röhre u. s. f. gehen läßt, derselben den Durchgang verschließt, wenn man ihn um ein Viertel herumdrehet. Im ersten Falle trift die Oeffnung in diesem beweglichen Theile, oder dem Hahne, mit der Höle der Röhre zusammen, und die in dem Gefäße und der Röhre befindlichen Flüssigkeiten können frey hindurch gehen; im andern Falle hingegen, wenn man den Hahn um seinen vierten Theil herumdrehet, wird das Gefäß völlig geschlossen.

Die gläsernen Gefäße, welche auf den Teller der Pumpe gesetzt werden, heißen Recipienten, deren einige oberhalb offen, andre hingegen ganz geschlossen sind.

Um einen deutlichen Begriff von der Wirkung einer Luftpumpe zu erhalten, wollen wir die Maschine in ihre Theile zerlegen, und sie einzeln betrachten. Sie sehen hier, daß der Zilinder vollkommen rund und glatt bearbeitet worden ist. Der Kolben oder Stempel, welcher sich darin auf und nieder bewegt, muß so genau anschließen, daß keine Luft zwischen ihm und dem Zilinder durchdringen kann, ohen daß jedoch seine leichte und freie Bewegung gehindert wird. Der Boden des Kolben, wenn er herab gekommen, muß so dicht als möglich auf dem Boden-Ventile aufliegen, damit keine Luft zwischen ihnen sitzen bleibe. *) An dem Stücke, welches

*) Diese bisher erwähnten Erfordernisse einer Luftpumpe sind die wesentlichsten, die aber vielleicht im ganzen Umfange noch keine geleistet hat: die einzige Princische, deren weiterhin gedacht werden wird, dürfte vielleicht diejenige seyn, welche dieselben, wenigstens größtentheils, erfüllen möchte. G.

unten an den Kolben angeschraubt worden ist, befindet sich eine Oeffnung, die mit einer andern, die durch den Kolben geht, zusammentrifft; über diese Oeffnung ist ein kleines Stück mit Oel getränkter seidner Zeug gebunden, das solchemnach das Ventil des Kolben macht, und sich oberwärts öffnet, damit die Luft von unten einen freien Durchgang erhalte. In der messingenen Platte auf dem Boden des Zilinders befindet sich eine andere Oeffnung nebst einem Ventile, vermöge welcher die Luft einen Durchgang von dem Recipienten auf dem Teller der Pumpe zu der Höle des Zilinders erhält; denn im Teller der Pumpe ist ebenfalls eine Oeffnung, welche mit der zulezt erwähnten Gemeinschaft hat. Diese Theile sind die für eine Pumpe wesentlich nothwendigen, und werden hoffentlich hinreichend seyn, Ihnen einen anschaulichen Begriff selbst von denjenigen zu verschaffen, deren Bauart zum Theil etwas mehr zusammengesezt ist.

Beim Gebrauche der Pumpe selbst wird der Kolber zuerst bis zum Boden des Zilinders herabgeführt, und sodann gehoben; wir setzen voraus, daß er so vollkommen schließe, daß sich unterhalb wenig oder keine Luft befinde. So wie nun der Kolben gehoben wird, wird auch zugleich die Luftsäule gehoben, die sich oberhalb dem Kolben befindet, wodurch dann ein größtentheils luftleerer Raum entsteht, angenommen, daß keine Luft durch die Oeffnung in dem Teller der Pumpe Zutritt in diesen Raum haben kann. Allein da die Luft sehr elastisch ist, (wie ich Ihnen in der Folge umständlicher beweisen werde) so strömt diejenige, welche sich in dem Recipienten befindet, durch das Bodenventil in den leeren Raum des Zilinders, bis beide, die unter der Glocke und im Zilinder befindliche, von gleicher Dichtigkeit sind. Hierdurch wird folglich die Menge von Luft in dem Recipienten vermindert; und von derjenigen, welche

darin noch zurück bleibt, und jetzt den nämlichen Raum einnimmt, sagt man, daß sie verdünnt, oder weniger dichte geworden sey.

Ist diese Hälfte der Operation geendigt, so wird nunmehr der Kolben wieder herab auf den Boden des Zilinders geschoben, um die darin befindliche Luft herauszudrücken: denn wenn ich den Kolben zurückführe, so wird die Luft, welche sich unterhalb demselben in dem Zilinder befindet, (da sie durch das Bodenventil nicht wieder zur Glocke zurückgehen kann) so wie der Kolben sich herabbewegt immer mehr verdichtet, bis sie endlich so viel Elasticität gewinnt, um das Ventil in dem Kolben zu öffnen, und durch solches in die äußere Luft überzugehen, aus der sie dann nicht wieder zurücktreten kann, da dieses das Ventil verhindert. Auf diese Art wird ein Theil der unter der Glocke enthaltenen Luft ausgezogen, welche, wenn man diese Operation fortsetzt, nach und nach so weit verdünnet werden kann, als man für erforderlich hält.

Vermittelst dieser Maschine und des dazu gehörigen Apparats werden Sie nun bald mit der Natur und den Eigenschaften der Luft näher bekannt werden. Die Luft ist nämlich eine Flüssigkeit, in welche wir versetzt werden, sobald wir auf die Welt kommen, und ohne welche wir nicht einen Augenblick würden leben können. Die Beschaffenheit einer so äußerst wichtigen Flüssigkeit muß daher die Aufmerksamkeit eines jeden vernünftigen Wesens reitzen, denn keine Substanz besitzt einen allgemeinern Einfluß auf den gewöhnlichen Lauf der Natur, als die Luft. Die verschiedenen Abwechselungen in Rücksicht ihrer Temperatur und Schwere wirken immerfort auf uns, und von der Wirkung dieser Veränderungen auf unsern körperlichen Zustand schreiben sich zum Theil

viele unsere angenehmen und unangenehmen Empfindungen her. Immer also haben wir von den Abwechselungen, denen sie unterworfen ist, etwas entweder zu hoffen, oder zu fürchten. Sie ist es, die zur Bildung des Hagels so vieles beiträgt, und die Wolken unterstützt. Pflanzen erhalten in ihr ihr Wachsthum, und ziehen aus ihr Nahrung. Ohne Luft würde weder Schall, noch Stimme, noch Sprache seyn, alles Feuer würde verlöschen, Thiere würden umkommen, und die ganze Welt dahin sinken und verfallen. Alle diese Wirkungen sind so wundervoll, daß Sie gegen das unsichtbare Wesen, welches sie hervorbringt, unmöglich gleichgültig seyn können; vielmehr muß, da jene Wirkungen ihr Erstaunen erregt haben, die deutliche Kenntniß der Ursachen Ihnen ein unschätzbares Vergnügen gewähren.

Es ist so außerordentlich wohlthuend, die ersten Schritte zur Vervollkommnung in den Wissenschaften näher zu betrachten, und sie allmählich zu der Vollkommenheit reifen zu sehen, zu der sie die fortgesetzten Bemühungen so vieler denkender Männer gebracht haben, daß ich mich daher nicht enthalten kann, Ihnen hier eine kurze Geschichte der Luftpumpe vorzulegen.

Der bekannte Versuch des Torricelli (welchen ich Ihnen in der nächsten Vorlesung ausführlich beschreiben werde) gab die erste Gelegenheit zur Luftpumpe, und veranlaßte die Academisten zu Florenz auf irgend eine Vorrichtung zu denken, wodurch sie in Stand gesetzt würden, einen leeren Raum zu erhalten. In dieser Absicht füllten sie zuerst ein Gefäß mit Quecksilber, und machten es dann wieder leer, wobey sie besondere Sorge trugen, daß keine Luft zudringen konnte, während das Quecksilber herausgieng. Dieses Instrument, welches theils höchst unbequem, theils selbst sehr unvollständig und unzuverläßig war, ward bald bey Seite gelegt.

Otto von Guerike, Burgermeister zu Magdeburg, ein Mann von vieler Einsicht, erfand die eigentliche Luftpumpe um das Jahr 1650 und machte damit im Jahre 1654 die ersten öffentlichen Versuche vor den auf dem Reichstage zu Regensburg versammelten deutschen Kaiser und Kurfürsten, welche die dadurch bewirkten so äußerst merkwürdigen Erscheinungen sehr bewunderten und ihm ihre Zufriedenheit darüber bezeigten. Eine besondere Nachricht davon wurde bald nachher von Scott, einem gelehrten Jesuiten, öffentlich bekannt gemacht, auch beschrieb Otto von Guerike im Jahr 1672 seine Versuche selbst. Indessen war freilich sein Instrument noch immer sehr unvollkommen, weil man Gefäße u. d. gl. womit Versuche angestellt werden sollten, unter Wasser stellen mußte, um das Eindringen der Luft zu verhindern. Diese Maschine ward nachher von Hooke, dem Nebenbuhler Newtons, und von dem berühmten Boyle sehr verbessert. Letzterer wandte sie zu so nützlichen Absichten an, und unter seinen Händen eröffnete sie eine so reiche Quelle von Naturkenntnissen, daß die Erfindung derselben oft ihm selbst zugeschrieben wurde, und der vermittelst der Luftpumpe erzeugte leere Raum noch jetzt die Boylische Leere im Gegensatz derjenigen genennt wird, die unter dem Namen der Torricellischen bekannt ist. In der Folge haben die Herren s'Gravesande, Nollet, Smeaton, Haas und Cuthberson gleichfalls sehr wichtige Verbesserungen daran gemacht; allein die neueste und zugleich die vollkommenste ist ohnstreitig die des Herrn Prince von Boston in Amerika, welcher ich den Namen der Amerikanischen Luftpumpe *) gegeben habe. So unnöthig es

*) Ich weiß nicht, wie unter allen ähnlichen Vervollkommnungen der Luftpumpe, diese allein das Mißgeschick getroffen hat,

wäre, alle Verdienste der daran gemachten Verbesserungen einzeln anzuführen, so undankbar würde ich doch seyn, wenn ich Sie nicht mit den Namen derjenigen bekannt gemacht hätte, welche dieses wissenschaftliche Instrument berichtiget und vervollkommet haben, und von deren Bemühungen wir gegenwärtig so viele Vortheile ernten. *) Und da es Pflicht ist, öffentlich der Wohlthäter des Menschengeschlechts zu erwähnen, so erlauben Sie mir, hier das Andenken eines Mannes zu feiern, dessen unwandelbare Rechtschaffenheit, unbegränztes Wohlwollen und auszeichnende Frömmigkeit der Natur-Philosophie zu keinem geringen Ruhme gereicht. Mehr als Boyle hat es sich wohl nie ein Mann angelegen seyn lassen, Naturkenntnisse nach allen ihren Zweigen zu verbreiten, und hierzu bot ihm besonders die Lehre von der Luft ein weites offenes Feld dar, das er mit dem glücklichsten Erfolge bearbeitet hat. Er untersuchte nicht nur jeden Einwurf mit unermüdeter Geduld, sondern widerlegte ihn auch ohne alle Anmaßung und Prahlerey. Dank sey seiner Asche!

Verzeihen Sie mir diese dem Andenken jenes großen Mannes schuldige Abschweifung. Ich gehe nun sogleich zu der Untersuchung der Eigenschaften der Luft mittelst der Luftpumpe fort, deren Bau und Einrichtung ich Ihnen kurz vorher, um einen allgemeinen Begriff davon zu haben, beschrieben habe.

---

unbekannt zu bleiben. Ich werde weiterhin etwas näheres davon anführen, die völlige Beschreibung derselben aber muß ich auf eine andre Gelegenheit verschieben. G.

*) Ich habe am Ende in Rücksicht der Geschichte der Luftpumpe noch einige Bemerkungen beigefügt. Ueberhaupt aber verweise ich, besonders in Rücksicht der nähern Litteratur, auf Dr. Gehlers Wörterbuch der Physik unter dem Artikel Luftpumpe. G.

Von dem Widerstande der Luft.

Die Luft ist zwar unsichtbar, daß aber in den Räumen, welche unserm Auge leer scheinen, irgend eine Materie vorhanden sey, oder die Substanz der Luft, nehmen wir durch ihre Wirkung auf unsre übrigen Sinne wahr. Diese Blase, welche ich mit Luft anfüllen will, wird gefüllt sich ganz verschieden äußern, als jetzt, wo ich sie beinahe in jede Form legen und drehen kann; sobald sie mit Luft gefüllt ist, wird sie jedem gewaltsamen Drucke widerstehen. — Hier ist die Blase gefüllt; versuchen Sie und Sie werden finden, daß sie nunmehr durch keine Gewalt, die Sie anwenden, zusammengedrückt werden kann. Sie sehen freilich die in der Blase eingeschlossene Luft nicht, allein Sie können doch den Widerstand fühlen. So sind auch die Theile unsichtbar, wodurch der Sturmwind so viele Gewalt übt, indeß die traurige Erfahrung die große Stärke desselben beweist.

Hier ist eine Spritze mit einem dichten Kolben; ich habe den Boden derselben unterwärts geschlossen, so daß die zwischen dem Kolben und dem Boden der Spritze enthaltene Luft nicht ausweichen kann, die dann, so wie der Kolben bis zu einer gewissen Tiefe gekommen ist, einen so kräftigen Widerstand leisten wird, daß, wenn nicht die Materie nachgiebt, keine Kraft im Stande ist, den Kolben ganz herab zu bringen. Versuchen Sie selbst, und Sie werden finden, daß es während dem Herabstoßen das Ansehen habe, als ob man gegen eine starke Feder drücke.

Hier sind zwey gläserne Gefäße, wie sie von den Italienern öffentlich verkauft werden. Diese sollen uns noch einen andern Beweis von dem Widerstande der Luft geben. Aus dem Glase, welches ich hier in der Hand

halte, ist die Luft ausgepumpt worden; in dem andern hingegen ist noch Luft befindlich. Ich will jetzt das ausgepumpte Glas aufheben, und Sie werden sehen, wie das Wasser, das sich darin verschlossen befindet, auf das Glas auffällt, als ob es ein Stück Eisen sey, und ein scharfes abgebrochenes Geräusch macht, weswegen auch diese Vorrichtung den Namen des physikalischen Hammers erhalten hat; indeß in demjenigen Glase, worin sich Luft befindet, auf welche das Wasser fallen kann, kaum irgend ein Geräusch gehört wird. Die Künstler pflegen daher von der Vollkommenheit des leeren Raums in Barometern u. s. f. nach diesem harten abgebrochenen Anschlagen des Quecksilbers zu urtheilen.

Gewohnheit hat uns mit der Luft, die auf uns liegt und uns umgiebt, so bekannt gemacht, daß wir jetzt kaum die Eindrükke gewahr werden, die sie doch auf uns wirklich macht. Da wir beständig mit Luft umgeben sind, so bemerken wir ihre stets auf uns wirkende Kraft nicht mehr, ohnerachtet sie sich allen unsern Bewegungen entgegensetzt; allein könnten wir außerhalb unsrer Atmosphäre gesetzt werden, und sodann wieder in dieselbe zurückkehren, so würden wir sogleich empfinden, daß die Luft uns auf allen Seiten umgiebt, so wie wir das Wasser fühlen, wenn wir in dasselbe eintauchen. — Ich will hier dieses leere Glas nehmen, und es senkrecht in eine Wanne Wasser, mit der Oeffnung desselben unterwärts, eintauchen, und Sie werden finden, daß derjenige Theil des Wassers, welcher sich der Oeffnung des gläsernen Gefäßes gegenüber befindet, in dem Verhältniß sinkt, als das Gefäß hinab gedrückt wird, denn in dem Gefäße befindet sich eine Luftsäule, die dem Eintreten des Wassers widersteht, wiewohl sie freilich nicht im Stande ist es ganz auszuschließen. Sie sehen daher, warum ein Gefäß, das man mit dessen Oeffnung gerade unterwärts hält, nicht mit Wasser angefüllt

werden kann; warum durch einen Trichter, dessen Rohr dichte an den Hals einer Flasche schließt, diese sich nicht gut füllen läßt; denn um Wasser oder Wein in die Flasche zu gießen, muß die Luft zwischen dem Halse und dem Trichter ausweichen können; ist nun der Hals so enge, daß kein freier Durchgang der Luft dazwischen statt haben kann, so wie die Flüssigkeit eingegossen wird, so muß der Trichter von Zeit zu Zeit heraus gezogen werden. Im gemeinen Leben sehen wir freilich immer das als leer an, was bloß Luft enthält; allein die Versuche, die Sie jetzt gesehen, werden Sie nunmehr überzeuget haben, daß sich dies keineswegs so verhalte, sondern daß alle unsern Augen leer scheinende Räume mit einer unsichtbaren elastischen Materie angefüllet sind.

Von der Schwere der Luft.

Sie werden öfters den Ausdruck „so leicht wie Luft“ gehört, vielleicht ihn selbst gebraucht haben; allein so leicht sie auch wirklich ist, so ist sie doch immer schwerer, als Sie vielleicht glauben. Ihre Schwere ist die Ursache von sehr vielen großen Wirkungen in der Natur. Daß sie schwer sey, werde ich Ihnen dadurch beweisen, wenn ich Ihnen zeige, daß ein Gefäß, welches voll Luft ist, schwerer ist, als wenn die Luft aus demselben ausgepumpt worden. Zu diesem Entzwecke habe ich hier eine Flasche, die mit einem Schließhahne versehen ist; ich will sie jetzt, da sie noch voll Luft ist, genau wiegen. Nunmehr will ich die Luft aus derselben pumpen, sodann den Hahn schließen, daß keine äußere Luft eindringen kann und die Flasche wieder wiegen. — Sie sehen jetzt, daß sie beträchtlich leichter geworden ist, als sie vorher war; folglich hat sie durch das Auspumpen der Luft am Gewichte verloren.

Sie wissen also nun auch, daß die Luft schwer ist. Füllt man eine Flasche, nachdem die Luft daraus gepumpt worden, mit destillirtem Wasser, und wägt sie nachher wieder, so findet man auf diese Art ihre spezifische Schwere, d. i. man kann dadurch eine gegebene Menge Luft mit der nämlichen Menge Wasser vergleichen, und solchemnach den Unterschied zwischen beiden entdekken.

Um Ihnen dieses noch deutlicher zu machen, will ich jetzt diese Flasche, nachdem ich die Luft aus derselben gepumpt habe, mit Wasser füllen, und sie wägen. Von diesem Gewichte ziehe ich die Schwere der Flasche ohne Luft ab, und erhalte dadurch die Schwere des Wassers. Man hat gefunden, daß ein Kubikzoll Wasser so und so viele Grane schwer sey; dividirt man nun mit der Zahl der Grane in das Gewicht des Wassers, so erhält man alsdann die Kubikzolle, die in der Flasche enthalten sind.

So habe ich nunmehr 1) die Schwere der Flasche ohne Luft; 2) die Anzahl von Kubikzollen, die in der Flasche enthalten sind; 3) das Gewicht dieser Anzahl von Kubikzollen Wasser; und 4) das Gewicht der nämlichen Anzahl von Kubikzollen Luft erhalten. — Das Verhältniß zwischen den zwey letztern Zahlen giebt uns die spezifische Schwere des Wassers und der Luft; denn die spezifische Schwere der Luft ist zu derjenigen des Wassers, wie die Schwere eines Kubikzolls Luft zu derjenigen eines Kubikzolls Wasser. Die Schwere eines Kubikzolls Luft erhalten wir aber, wenn wir die Schwere der Luft in der Flasche durch die Zahl der Kubikzolle dividiren, die in der Flasche enthalten sind.

Ohngefähr $14\frac{1}{2}$ Gran Luft sind im Volumen gleich zwey Pfund Wasser; daher ist das Verhältniß wie 1 zu 800.

Völlige Genauigkeit ist zwar von diesem Verfahren nicht zu erwarten, allein es ist doch zu den gewöhnlichen Absichten hinreichend. Auch muß jederzeit, wenn ein solcher Versuch angestellt wird, der Stand des Barometers und Thermometers bemerkt werden, da eine Veränderung an denselben einen Unterschied in den Resultaten macht. Die Schwere elastischer Flüssigkeiten, deren Natur und Beschaffenheit wir in der Folge näher untersuchen werden, kann auf gleiche Art erhalten werden.

Von dem Drukke der Luft.

Da Sie bereits gesehen haben, daß die Luft schwer ist, und folglich auf alle Körper drückt, an die sie stößt, so werden Sie jetzt weniger von gewissen Wirkungen in Erstaunen gesetzt werden können, die allein sich von diesem Drucke herschreiben. Ich setze jetzt dieses gläserne Gefäß auf den Teller der Pumpe, von dem Sie es gegenwärtig sehr leicht wegnehmen können, weil sich unter demselben eine Masse Luft von gleicher Dichtigkeit mit derjenigen befindet, welche es umgiebt; die innere Luft hält also mit der Luftsäule oberhalb dem Recipienten das Gleichgewicht. Nun will ich aber vermittelst der Pumpe die Luft unter dem Recipienten wegnehmen, und solchergestalt diesen Gegendruck aufheben, der Recipient wird also durch die ganze Last der Atmosphäre, die auf dessen Oberfläche ruht, gegen den Teller der Pumpe gedrückt werden. Jetzt ist ein Theil Luft weggenommen und Sie werden nun die Glocke von dem Teller, auf welchen sie mit einer Kraft angedrückt wird, die so viele mal 15 Pfund beträgt, als Quadratzolle von der Mündung der Glocke gedeckt werden, schwerlich hinwegnehmen können. Ist der Recipient groß, so ist folglich die Schwere der aufliegenden Luftsäule außer-

ordentlich stark. Ich sehe wohl, daß Sie nicht vermögend sind, den Recipienten von dem Teller aufzuheben, ich will daher diese Schraube drehen und wieder Luft zulassen, wodurch das Gleichgewichte bald wieder hergestellt seyn wird; da nunmehr die Luft wieder soviel aufwärts gegen die innern Theile des Recipienten drückt, als die äußern Theile von der äußern Luft gedrückt werden, so kann auch der Recipient leicht wieder abgehoben werden.

Der natürliche Hang des menschlichen Verstandes, die Ursache einer jeden Wirkung zu wissen, führt die Menschen sehr oft zu Irrthümern und stellt sie mit einem Worte zufrieden, ohne daß jedoch dadurch ihre Unwissenheit gehoben würde. *) So haben einige behauptet, das Glas werde vermittelst eines Saugens feste gehalten, ohne jedoch zu erklären, was sie durch Saugen verstehen, oder zu zeigen, wie dieses hervorgebracht werde. Bei den nächst folgenden Versuchen werde ich Ihnen beweisen, daß hier keineswegs ein Saugen statt finde, wodurch das Glas auf dem Teller festgehalten werde. Ich nehme hier diese messingene Platte, lege darauf ein mit Oel getränktes Leder, und setze sie auf den Teller der Pumpe; ferner hänge ich diesen kleinen Recipienten an den Haken unter dem größern, stelle den größern solchergestalt auf den Teller, daß der kleine Recipient, nachdem er herabgelassen worden, auf dem kleinen Teller zu stehen kommt, (Taf. I. Fig. 17.) und pumpe nunmehr die Luft aus beiden Recipienten. Wir wollen diesen Umstand jetzt näher untersuchen. Gegenwärtig befindet sich unter keinem von beiden Gläsern Luft, alles ist innerhalb derselben frey, und nur der äu-

*) Ueber ähnliche physikalische Begriffe vergleiche man eine Anmerkung dieserwegen von Hrn. Prof. Lichtenberg zu der neuen Ausgabe von Erxlebens Physik. G.

ßere große Recipient wird vermöge des Drucks der äußern Luft festgehalten, während dem der kleinere, da keine Luft auf denselben drücket, von nichts gehalten wird, und solchemnach willkührlich auf und ab geschoben werden kann. Lassen Sie jetzt wieder Luft in den Recipienten, und Sie werden den großen abheben können, indeß der kleine auf seinen Teller angedrückt wird. Dieß erfolgt also keineswegs vermöge des Saugens, denn der kleine Recipient blieb frei, als die Luft ausgepumpt wurde, sondern bloß deswegen, weil, da die innere Luft weggenommen worden ist, jetzt die äußere darauf drückt, und ihn fest hält.

Es giebt wenig Versuche, welche gegen die gemeine Meinung des Saugens entscheidender sind, als die vermittelst eines Instruments angestellt werden können, das unter dem Namen des doppelten Ueberträgers Taf. II. Fig. 11. bekannt ist. Man schraube das Ende des mittlern Rohrs in die Oeffnung der Pumpe, und wende die Hähne d, G, H so, daß die Röhren und die Pumpe mit einander Gemeinschaft haben. Hierauf stelle man den Recipienten auf einen von den Tellern g, hebe sorgfältig die Verbindung mit dem andern dadurch auf, daß man den Hahn H, der damit in Verbindung steht, umdrehet, pumpe die Luft aus dem Recipienten, wende sodann den Hahn d, welcher das Ganze mit der Pumpe verbindet, um zu verhindern, daß die Luft wieder eintrete, und schraube jetzt den ganzen Apparat von der Pumpe ab. Nunmehr setze man einen Recipienten auf den andern Teller, welcher so lange lose auf dem Teller bleiben wird, als noch Luft sich innerhalb demselben befindet, und wende sodann den dazu gehörigen Hahn H. um die Verbindung zwischen diesem und dem andern Recipienten zu eröffnen. Da nun die Luft in letzterm durch nichts an ihrer Ausbreitung gehindert wird, so dringt sie jetzt in denjenigen, welcher ausgepumpt

worden, bis sie in beiden Recipienten von gleicher Dichtigkeit ist. Beide Recipienten werden folglich gleich stark gegen ihre Teller vermittelst des Drucks der Atmosphäre gehalten werden, obschon freilich jeder nur mit der Hälfte des Druckes, welcher auf den erstern Recipienten wirkte, nachdem die Luft aus demselben gepumpt worden.

Hier ist ein Glas, welches an beiden Enden offen ist. Ich nehme jetzt eine nasse Blase, ziehe sie über das eine Ende straff an, binde sie fest, lasse sie trocken werden, und stelle dieses Glas auf den Teller der Luftpumpe (Taf. I. Fig. 14.). Solange die Luft auf die Blase von beiden Seiten gleich stark drückt, wird sie eben und gleich bleiben, sobald aber, als ich anfange, die Luft auszupumpen, wird sie einwärts gedrückt, und auf der obern Seite hohl erscheinen. Nach Verhältniß nun als ich mehr Luft unterhalb derselben vermittelst der Pumpe wegnehme, wird die Blase mehr und mehr niedergedrückt; bald wird sie den aufliegenden Druck nicht mehr auszuhalten fähig seyn, und mit einem starken Geräusche zerspringen. Sie bemerkten hierbei, daß, ob schon die Blase sehr tief hinabgedruckt wurde, sie doch ihre ebene Oberfläche sogleich wieder erlangte, wenn ich Luft einließ, daß aber, so wie diese Unterstützung wegfiel, die Blase unmittelbar zersprang. Da die Fibern einer Blase sehr stark sind, so gelingt dieser Versuch nicht immer gleich gut, und es ist daher öfters erforderlich, mit dem Finger oder mit der Spitze eines Messers nachzuhelfen; um dies aber nicht thun zu dürfen, und den Erfolg des Versuchs gewisser zu machen, weichet man die aufzubindende Blase vorher eine geraume Zeit ein, und schält von den Häutchen, aus denen sie besteht, einige ab: denn da hierdurch die Blase dünner wird, so gelingt, wie Sie gesehen haben, der Versuch allezeit nach Wunsch.

Sie fragen mich jetzt mit Recht, warum der Druck der Luft nicht auch die Recipienten zerbricht, so wie er die Blase zersprengte? Hierauf antworte ich Ihnen, daß diese Stärke der Recipienten von ihrer gewölbten Form herrührt; die bogenähnliche Figur verhindert nämlich, daß sie sich einwärts biegen, dahingegen wenn sie flach wären, so wie diese dünne Flasche, der äußere Druck sie in Stücke zerbrechen würde, sobald die darin befindliche Luft ausgepumpt wird. Diese viereckige Flasche hat am Halse ein Ventil, das sich nach außen öffnet, ich setze sie jetzt mit einem Gitter um dieselbe auf den Teller der Pumpe, stelle einen Recipienten darüber (Taf. III. Fig. 2.) und pumpe die Luft aus. Die Luft, welche sich in der Flasche befindet, geht durch das Ventil ab: jetzt ist also die Luft ganz weggenommen, die ich aber schnell wieder einlassen will, während dem das Ventil verhindert, daß keine in die Flasche dringen kann. Der Recipient ist nun wieder mit Luft angefüllt, und zu gleicher Zeit die Flasche mit einem heftigen Knall in unzählbare Stücke zerplatzt. Dieß erfolgte, weil die ihrer Luft beraubte Flasche von innen keine Unterstützung hatte, und also nicht vermögend war, dem Druck der Atmosphäre zu widerstehen. Das Geräusch bei diesem Versuche hat Sie in Verwunderung gesetzt, ich muß Ihnen daher die Ursache desselben erklären. Es rührt nämlich von der Menge und von der Geschwindigkeit her, womit die Luft in den leeren Raum dringt. Herr Papin hat berechnet, daß die Luft in einen leeren Raum mit einer Geschwindigkeit einströmt, welche in einer Sekunde Zeit 1300 Fuß beträgt. Wenn ich den Deckel dieses Zahnstocherbüchschens abziehe, so verdünne ich die Luft, denn so wie ich das Etui öffne, wird die Kapazität desselben vermehrt; die Luft, welche diesen kleinen Raum ausfüllte, nimmt jetzt einen größern ein, und die Geschwindigkeit und Stärke, mit welcher die Luft in bei-

de Theile zu Herstellung in ihren natürlichen Zustand eindringt, verursacht den Schall. Auf die nämliche Art werden Sie sich viele andre dergleichen Erscheinungen erklären können.

Wenn ich die Hand flach halte, so fühle ich keineswegs die Schwere der Luft, die auf den Rücken derselben drückt, weil die Luft unter der flachen Hand gerade eben so stark aufwärts wirkt, als die aufliegende Luftsäule unterwärts drückt. Diese wechselseitigen und entgegengesetzten Kräfte heben einander so genau auf, daß keine derselben wahrgenommen wird. Allein halten Sie jetzt Ihre Hand über diesen Recipienten, während ich die Luft auspumpe, oder welches einerlei ist, die Luft wegnehme, welche aufwärts gegen die flache Hand drückt, indeß der Druck von oben auf den Rücken der Hand immer noch der nämliche bleibt; so werden Sie bald finden, daß Ihre Hand stark nach unten gedrückt wird, und dieß mit einer Kraft, die im Stande ist, eine schmerzhafte Empfindung zu bewirken, und Sie die Schwere der aufliegenden Atmosphäre fühlen zu lassen. So wie wir das Gute, das uns überall umgiebt, selten eher erkennen, bis wir desselben beraubt werden; so erkannten wir im gegenwärtigen Falle die Schwere der uns umgebenden Flüssigkeit nicht eher, bis ein Theil derselben weggenommen wurde, und empfanden den Druck derselben erst dann, als der gegenwirkende Druck hinweggenommen ward. Um Ihre Hand von dem Recipienten wegzunehmen, wenn die Luft unterhalb ausgepumpt worden ist, müssen Sie eine Kraft anwenden, die im Stande ist, die ganze Säule der aufliegenden Luft zu heben; die Schwere dieser Säule aber ist (wie ich in der nächsten Vorlesung zeigen werde) gleich dem Gewichte eines Zilinders von Quecksilber, dessen Grundfläche so groß ist als die Mündung des Recipienten,

worauf Ihre Hand liegt, und dessen Höhe ohngefähr 30 Zoll beträgt. Von der Schwere einer solchen Säule können Sie sich einen Begriff machen, wenn Sie diese kleine Flasche mit Quecksilber aufheben wollen. Ein anderer hier bemerkenswerther Umstand ist, daß, während die Hand von oben durch die Schwere der aufliegenden Luftsäule gedrückt, von unten hingegen, weil durch Auspumpen ein leerer Raum entstanden, der Gegendruck weggenommen ist, daß sage ich, die Säfte nach diesem Theile strömen und ihn anschwellen, welches durch die Elasticität der Luft, eine Eigenschaft, von der ich in der Folge sprechen werde, noch sehr vermehrt wird.

Dieser Versuch beweist zugleich auch, daß eine Menge Luft in dem Fleische und den Säften des Körpers enthalten ist, und erklärt, wie das Schröpfen geschieht. Der Wundarzt nimmt nämlich insgemein einen hohlen und unten offnen Glaskopf, welchen er, wenn er die darin befindliche Luft durch die Flamme einer Lampe verdünnt, und zum Theil herausgetrieben hat, auf den Theil setzt, welcher geschröpft werden soll; die darin noch zurückgebliebene Luft kühlt sich hierauf ab, und wird verdichtet, folglich hängt das Glas fest am Fleische. Nach Verhältniß der Verschiedenheit des Drucks der äußern und innern Luft steigt nun das Fleisch in das Glas, und schwellt auf, wie beim vorigen Versuche, und aus den nämlichen Ursachen. Das Glas wird hierauf weggenommen, und der Theil sogleich mit einem Schnepper, welcher eine Art von Lanzette mit vielen Spitzen ist, scarificirt. Der Schröpfkopf wird hierauf zum zweitenmale über der Lampenflamme erhitzt, und wie vorher aufgesetzt. Blut und Lymphe werden hierauf durch den äußern Druck der Luft aus den verwundeten Gefäßen in den Glaskopf gepreßt, und wenn ein Kopf seine Dienste gethan und genug gezogen hat, so wird

ein anderer aufgesetzt, bis die bestimmte Menge Blut ausgezogen worden ist. Die beste Art zu schröpfen geschieht mit der Schröpfmaschine. *)

Aus dem, was Sie jetzt gesehen haben, erhellet deutlich, daß der Druck in dem Verhältnisse größer und schmerzhafter seyn müsse, als die Mündung oder Oeffnung des Recipienten mehr oder weniger groß ist. Daher werden Sie auch finden, daß ihre Hand fester auf dem Recipienten aufsitzt, als der Daumen, wenn Sie diesen auf die Oeffnung in dem Teller der Pumpe halten.

Ich habe hier den Hals einer Blase an einen Schließhahn gebunden, den ich auf den Teller der Pumpe schrauben, und so die Luft aus der Blase pumpen will; jetzt wende ich den Schließhahn, um das Eindringen der Luft zu verhindern, und schraube hierauf alles von der Pumpe ab. Die Blase erscheint, wie Sie sehen, als zwei flache dicht auf einander liegende Häute, welche so fest an einander hangen, daß der stärkste Mann nicht vermögend seyn dürfte, sie nur um einen halben Zoll von einander zu trennen. Bilden die Blasen einen Kreis von sechs Zoll im Durchmesser, so wird jede Seite auf die andere mit einer Kraft von 396 Pfund gedrückt.

Dieser Versuch läßt sich vortrefflich durch die Halbkugeln erläutern, welche insgemein die Magdeburgischen Halbkugeln genennt werden, Taf. I. Fig. 20. weil sie eine Erfindung des Otto von Guerike

---

*) Die Engländer haben bei ihrer Schröpfzurüstung eine kleine Luftpumpe, die auf den Schröpfkopf angeschraubt wird. Ihre Schröpfköpfe sind viel größer, als die in Deutschland gewöhnlichen.

von Magdeburg sind. Ich bringe also diese Halbkugeln zusammen, und lege da, wo sie auf einander schließen, ein in Oel getauchtes Leder; noch lassen sie sich sehr leicht von einander trennen, und würden wahrscheinlich vermöge ihrer eigenen Schwere von einander fallen. Nunmehr will ich sie aber auf die Pumpe schrauben, den Schließhahn wenden, und sodann die Luft aus ihnen pumpen. Jetzt (wie Sie selbst finden werden) hängen sie so fest an einander, daß für jeden Quadratzoll ihres Kreises eine Kraft von ohngefähr 15 Pfund erforderlich wäre, um sie zu trennen. Wird hingegen wieder Luft zugelassen, so fallen sie eben so leicht von einander, wie vorher, weil dann die Luft das Gleichgewicht wieder herstellt. Vor ihrer Zulassung war der Druck von innen schwächer als der Druck von außen, die dadurch verursachte Wirkung fällt folglich sobald weg, als ersterer dem letztern wieder gleich geworden ist.

Um dieß auf eine andere Art zu zeigen, will ich jetzt die Halbkugeln wie vorher auspumpen, den Hahn drehen, um zu verhindern, daß keine Luft wieder eindringen könne, sie sodann an den Haken unter dem Recipienten aufhängen und so alles auf die Luftpumpe bringen. Was glauben Sie wohl, daß der Erfolg seyn wird, wenn ich die Luft aus dem Recipienten pumpe? Sie wissen, daß die Halbkugeln von der Luft, die sie im Recipienten umgiebt, an einander gehalten werden. Wenn ich also diese Luft wegnehme, so wird alsdann nichts mehr seyn, was sie hindern sollte, sich selbst von einander zu trennen. Jetzt habe ich die sie umgebende Luft ausgepumpt, und Sie sahen, mit welcher Leichtigkeit sie sich von einander trennten.

Dieses kleine Instrument Taf. I. Fig. 22. ist ein Modell nach einem verjüngten Maßstabe von einer ge-

wöhnlichen Wasserpumpe, welches dazu dienen soll, Ihnen zu zeigen, warum bei jedem Zuge der gewöhnlichen Pumpen das Wasser der Quelle oder des Brunnen unten in dem Rohre heraufsteigt, bis es zu der Cisterne gekommen, in welche es sich ergießt. Das messingene Rohr stellt den Zilinder der Pumpe vor, das untere Rohr das Saugrohr, und das Wasser in dem Gefäße dasjenige in dem Brunnen. Ich hebe jetzt den Kolben, und Sie sehen, wie das Wasser ihm folgt, und bei jedem Zuge steigt, bis es die Cisterne erreicht hat, aus welcher es sich nunmehr ergießt. Um Ihnen nun aber zu zeigen, daß diese Wirkung allein von dem Drucke der Luft herrühre, will ich die Pumpe in diesen Recipienten stellen, und so alles nebst dem Wasserglase auf den Teller der Pumpe setzen; pumpe ich nun alle Luft aus dem Recipienten, und hebe sodann den Kolben wie vorher, so steigt kein Wasser, weil kein Druck der Luft vorhanden ist, der diese Wirkung erzeugen könnte; ein deutlicher Beweis, daß auch Pumpen nicht durch Saugen wirken.

Dieser Teller nebst dem Schließhahn heißt ein Ueberträger oder tragbares Vacuum, Taf. II. Fig. 12. Ich schraube jetzt den Schließhahn an die Pumpe, und sodann diese Röhre auf den Teller des Ueberträgers. Auf diesen lege ich gleichfalls ein mit Oel getränktes Leder, und stelle so über alles einen Recipienten auf das Leder. Pumpe ich nunmehr die Luft aus dem Recipienten, wende den Schließhahn, um das Zurücktreten der Luft zu verhindern, schraube dann alles ab, und halte es über den Wassereimer, so daß die Mündung des Schließhahns sich unter dem Wasser befindet, so wird, wenn ich den Schließhahn drehe, der Druck der Luft das Wasser in den Recipienten auftreiben, und einen sehr schönen Springbrunnen bilden.

Andre Versuche werden in der Folge noch mehr bestätigen, was Sie bereits gesehen haben, daß nämlich irgend eine Flüssigkeit, wenn sie so schwer als Wasser ist, nicht in der Atmosphäre sinke, wofern die Luft nicht frei auf ihre obere Fläche drücken kann.

Ich schiebe hier ein Stück Papier über die Mündung dieses konischen Glases, welches ich mit Wasser gefüllt habe, lege meine Hand oben auf das Glas, und kehre es um. Ohnerachtet ich nun meine Hand wegziehe, so bleibt doch das Wasser in dem Glase, welches allein vermittelst des Druckes geschieht, den die Luft nach oben äußert. Die Seiten des umgekehrten Glases verhindern nämlich die Luft, auf den obern Theil zu drücken, indeß sie von unten frei darauf wirkt, wie dieß die Konkavität des Papiers augenscheinlich beweist. Unter diesen Umständen ruht das Wasser auf dem Papiere als auf einer gemeinschaftlichen Basis, welche die Oberfläche eben und zusammenhält, damit das Wasser nicht schwanke und so der Luft einen Durchgang verstatte: denn wenn ein Theil der Wassercolumne länger als die übrigen wird, so wird er eben dadurch auch schwerer und folglich würde er herabsinken. Geschieht dieß, so gewinnt hierdurch die Luft Platz in die Stelle des sinkenden Wassers zu steigen, es entsteht ein allgemeiner Druck und sogleich stürzt auch alles Wasser aus dem Glase.

Nach diesem Grundsatze erfolgt das Spiel dieses Brunnen. Das obere Gefäß oder der Recipient (Taf. II. Fig. 5.) ist hohl, und hat eine darein gelöthete Röhre c, welche beinahe bis oben reicht, und wenn sie in den Drathring geschoben wird, ihm zur Unterstützung dient. Durch diese Röhre wird der Behälter angefüllet indem man ihn umkehrt. An der untern Fläche des

Behälters befinden sich verschiedene kleine Röhren, durch welche das Wasser bei dem Zutritt der Luft fließen kann. Das untere Gefäß ist ebenfalls hohl, um das Wasser aufzunehmen, welches aus jenen Röhren fließt. Dieß geschieht vermittelst einer kleinen Oeffnung, die sich unmittelbar unter der Oeffnung des mittlern Rohrs befindet. Der Durchmesser dieser Oeffnung ist etwas kleiner, als derjenige aller kleinen Oeffnungen zusammengenommen; wenn sich also diese alle ergießen, so geben sie mehr Wasser, als innerhalb einer gegebenen Zeit aufgenommen werden kann. Dieß wird das Wasser in dem Becken oft so hoch zum Steigen bringen, daß es das Ende des mittlern Rohrs bedeckt; dies verhindert ferner das Eindringen der Luft und sogleich hört der Druck derselben auf die Oberfläche des Wassers im Behälter auf. Das Wasser kann also nicht eher durch die kleinen Röhren herabfallen bis das am Boden befindliche abgelaufen ist und der Luft einen freien Durchgang gelassen hat. Merkt man genau auf diesen Umstand, so kann man ihm zu springen und aufzuhören befehlen, daher diese Maschine auch der Taschenspielerspringbrunnen oder Zauberbrunnen genannt wird.

In diesem zinnernen Gefäße befindet sich eine Menge kleiner Oeffnungen, deren Mündung nicht mehr als den vierten Theil eines Zolls im Durchmesser beträgt. Tauchet man das Gefäß unter Wasser, stopfet es zu, so wie es voll ist, und zieht es wieder aus dem Wasser, so wird, so lange als das Gefäß verstopft bleibt, kein Wasser auslaufen; allein sobald als die Luft Zutritt zur obern Fläche erhalten, welches unmittelbar geschieht, so wie man den Kork weggenommen hat, so wird das Wasser aus den kleinen Oeffnungen im Boden laufen.

Ich kann diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne jenes kleine Instrument Taf. II. Fig. 4. näher zu er-

klären, welches ehedem zum Abseigen der Flüssigkeiten, welche einen Bodensatz haben fallen lassen, gewöhnlich gebraucht wurde.

Da Sie bereits gesehen haben, daß der obere Druck der Luft schlechterdings erforderlich ist, wenn Flüssigkeiten leicht und gleichmäßig aus engen Gefäßen laufen sollen; so werden Sie sich nicht wundern, daß bei Abseigung der Flüssigkeiten, wo dieser obere Druck fehlt, eine Art von Kampf zwischen der gröbern Flüssigkeit, welche vermöge ihrer größern Schwere vorzudringen, und der Luft, welche durch ihren Gegendruck es zu verhindern strebt, erfolgt. Hierdurch nun wird die abzuseigende Flüssigkeit oft so gewaltsam erschüttert, daß sie nicht selten ganz trübe wird. Um dieser Unbequemlichkeit auszuweichen, wurde dieses Instrument erfunden, welches aus einer gebogenen metallenen Röhre besteht, und eine solche Gestalt hat, daß es leicht in den Hals gewöhnlicher Flaschen gesteckt werden kann.

Um sich dieses Instrumentes mit Erfolg zu bedienen, wird die Flasche, aus welcher die Flüssigkeit abgeseigt werden soll, etwas gegen eine Seite geneigt. Man läßt anfangs eine kleine Menge von der Flüssigkeit ablaufen, ohngefähr einen halben Eßlöffel voll; unter diesen Umständen wird jetzt eine verhältnißmäßige Menge Luft durch den Hals mit einer Art von Kluksen eindringen, und in den obern Theil der Flasche steigen; nunmehr legt man den Zeigefinger an den Ring c, hält den Daumen dicht auf den Hals der Röhre A, bringt die Röhre in den Hals der Flasche, und führt sie durch die Flüssigkeit hindurch, bis ihr Ende B die vorher eingelassene Luftblase entweder erreicht, oder ihr doch wenigstens nahe kommt. Während dem Durchführen kann keine Flüssigkeit in das Rohr eindringen, weil dieß die darin befindliche Luft nicht gestattet, deren Entweichung durch den vorgelegten Daumen verhindert wird. Wird nun, nach dem Ein-

bringen der Röhre, jetzt der Daumen weggenommen, so kann die Luft ununterbrochen in die Flasche treten und die Flüssigkeit wird sanft und ungestört ablaufen.

Unsern nächsten Versuch wollen wir mit dieser Spritze, woran sich unten ein bleiernes Gewicht befindet, (Fig. 9. Taf. I.) anstellen. Der Kolben dieser Spritze ist von einem gewöhnlichen ganz verschieden, indem dieser weder hohl ist noch Klappe hat, sondern ganz aus einer dichten Masse besteht. Setze ich nun den Kolben auf den Boden der Spritze, schraube das bleierne Gewichte mit einem Stück Leder an, um alle eindringende Luft abzuhalten, und hebe nachher den Kolben, so muß dazwischen ein leerer Raum entstehen. Wir wollen jetzt sehen, was erfolgt. Ich lasse den Kolben gehen, und er fliegt schnell herab zum Boden, weil die Luft auf ihn drückt, so daß der Kolben und das bleierne Gewichte vermöge des Drucks der äußeren Luft zusammen gehalten werden. Ich will jetzt das Ganze unter den Recipienten hängen; so wie ich nun die Luft auspumpe, und solchemnach ihre Kraft auf die Spritze vermindere, so wird die Schwere des Bleies machen, daß die Spritze von dem Kolben herabgeht, und zwar tiefer und tiefer, je nach Verhältniß als die Luft mehr oder weniger ausgepumpt wird; läßt man hierauf wieder Luft ein, so treibt sie die Spritze wieder an dem Kolben aufwärts.

Jeder Versuch, den Sie bisher gesehen haben, wird, wie ich hoffe, für Sie belehrend gewesen seyn, und wenn auch beim ersten Anblicke es scheinen dürfte, daß einige derselben minder wichtig sind, so wird doch ihr Werth sich dann gewiß zeigen, wenn wir zu den übrigen Zweigen dieser Wissenschaft fortgehen werden.

Hier ist ein großes Stück Kork, welches an dem einen Ende eines Wagebalkens hängt; am andern Ende

dieses Balkens befindet sich ein weit kleineres Stück Blei, welches den Kork eher etwas überwiegt. Diesen Apparat wollen wir nun unter den Recipienten auf die Luftpumpe setzen. Jetzt sollen Sie sehen, daß, wenn die Luft ausgepumpt wird, der Kork, welcher der leichtere Körper zu seyn scheint, der schwerere wird und über das Blei das Uebergewicht erhält. Ich habe bloß zwei Züge gethan, und schon sehen Sie, daß der Kork und das Blei das Gleichgewichte mit einander halten; so wie ich aber mit dem Auspumpen fortfahre, überwiegt der Kork das Blei so weit, als es der Wagebalken gestattet. In der Folge werden Sie verschiedene Versuche sehen, welche zum Beweise dienen, daß Körper, welche sich in irgend einer Flüssigkeit bewegen, von derselben einen Widerstand erleiden, und zwar in dem Verhältniß als jedes Volumen größer ist, als ein gleiches Volumen der Flüssigkeit, worin sie sich bewegen. Die Luft ist ein flüssiger Körper; da nun der Kork, der mit dem Bleie von gleicher Schwere seyn soll, ein ungleich größeres Volumen hat, so wird er daher auch von der Luft einen um so vielmal größern Widerstand empfinden. Dieser Widerstand verhindert, daß der Kork tiefer sinkt, als das Blei, und wird folglich dessen Gewicht vermindern. Wenn daher das Gewicht zweier Körper in der Luft gleich ist, so folgt nothwendig, daß wenn die Luft hinweggenommen wird, der Kork, dessen größeres Volumen vorher einen größern Widerstand erlitt, nun schwerer werden, oder das Uebergewicht erhalten wird, so wie Sie bey diesem Versuche gesehen haben.

Ein gemeiner Blasebalg ist ein wirklich physikalisches Instrument. Ich habe die Windgänge oder Oeffnungen an demselben verstopft, und Sie werden nun selbst finden, daß der Balg schwer zu öffnen ist; diese Schwierigkeit entstehet von dem Drucke der Luft

auf die Seiten desselben, welche sogleich wegfällt, als ich die Windgänge wieder öffne, und Luft eingehen lasse. Wenn der obere Theil des Balges gehoben wird, so strömt die Luft zum Windgange am Boden ein, um den Raum innerhalb des Balges auszufüllen. Drücke ich dann den obern Theil wieder nieder, so drückt die Luft dagegen, und schließt die Klappe am Windgange; da ihr nun dieser Ausweg verschlossen ist, so dringt sie mit Heftigkeit durch die enge Oeffnung des Rohrs, welches, wenn es gegen das Feuer gerichtet wird, verursacht, daß es stärker brennt.

Aus dem Drucke der Luft kann auch das Säugen der Thiere erklärt werden. Wenn ein Kind an der Brust saugt, so verrichtet es vermöge eines natürlichen und leichten Mechanismus, was wir sonst durch Maschinen auf eine mühsame und ungleich weniger vortheilhafte Art zuwege bringen können. Wenn das Kind an die Brust gelegt wird, umfaßt es mit seinem Munde die Warze, verschließt mittelst der dazu bestimmten Muskeln durch die Gaumendecke die innere Nasenöffnung so genau, daß keine Luft eindringen kann, und verschluckt dann indem es die Zunge an den Gaumen drückt, die in dem Munde befindliche Luft. So entsteht in dem vordern Munde ein luftleerer Raum und weil durch die Nase keine Luft eindringen kann, so wird durch den Druck der Luft auf der Mutter Brust die Milch in den Mund so lange gepreßt, als das Kind fortfährt, sie zu verschlucken und den leeren Raum mit der Zunge zu unterhalten.

Saugen und Niederschlucken sind sehr zusammengesetzte Verrichtungen. Die Zergliederer beschreiben gegen dreißig Paar Muskeln, welche bei jedem Zuge zur Vollbringung desselben in Thätigkeit gesetzt werden müssen,

Jeder dieser Muskeln hat seinen eigenen Nerven, und verrichtet seine Funktion nur vermittelst des Einflusses und der Anregung dieses Nerven. Die Wirkung aller dieser Muskeln und Nerven geschieht nicht gleichzeitig und auf einmal, sondern in einer bestimmten Ordnung und diese wechselseitige Aufeinanderfolge ist so nothwendig als die Wirkung selbst. Diese regelmäßige Folge ihrer Verrichtungen geschieht nach den strengsten Regeln der Kunst, und das Kind, an dem wir sie beobachten, ermangelt gleichwohl aller Kunst und Wissenschaft, aller Erfahrung und Gewohnheit.

Wir haben bisher den Widerstand, welchen die Luft überall leistet, ihre komparative Schwere gegen diejenige anderer Körper und den erstaunenden Druck dieser Schwere kennen lernen; und diese Kenntniß hat uns schon in Stand gesetzt, mehrere gemeine Erscheinungen, welche sich täglich unter uns ereignen, zu erklären. Je weiter Sie fortschreiten, desto mehrere Kenntnisse werden Sie sich erwerben, bis sie endlich, wohin Sie sich auch wenden, überall Gegenstände des Unterrichts antreffen werden. Künste, Manufakturen, Handel, Gesetze, Staatsverfassung, Ordnung und Glückseligkeit der Gesellschaft sind das Resultat von Kenntnissen und Wissenschaften, und mit ihnen steigen sie entweder zur Vollkommenheit empor oder sinken in Barbarey und Finsterniß zurück. Obschon jung an Jahren, sind Sie doch im Besitz von Kenntnissen und Thatsachen, welche den Weisen des Alterthums unbekannt waren. Die Weisen des frühern Weltalters — gleichsam Kinder der Welt — vergnügten und begnügten sich an dunkeln Hypothesen und täuschenden Muthmaßungen; allein die neuern Jahrhunderte, Männer an Jahren und an Weisheit, verwerfen diese Art zu philosophiren und vertrauen nur den Thatsachen. Hierdurch allein sind sie im Stand, die Wirkungen der Natur zu erklären und den Schleier vor ihr aufzuziehen.

Zweite Vorlesung.

Es ist von der größten Wichtigkeit, wenn wir wirklich in Wissenschaften und Kenntnissen fortschreiten wollen, daß man jede Quelle zu Irrthümern, oder alles, was zu einem fehlerhaften Urtheil leiten kann, zu vermeiden suche. Nun kann ein richtiges Urtheil nur allein vermöge einer tiefen Kenntniß der Natur, und vermittelst genauer Untersuchung der wechselseitigen Verbindungen der Dinge unter einander, und ihrer Abhängigkeit von einander erhalten werden. Hieraus sehen Sie von selbst die Nothwendigkeit einer strengen und genauen Untersuchung sowohl, als einer hinlänglichen Zeit, um die erforderlichen Kenntnisse zu sammeln, und einer angestrengten Aufmerksamkeit, um sie vollkommen einzusehen: denn für einige der vornehmsten Quellen des Irrthums können wir besonders die Voreiligkeit in unsern Urtheilen und eine stolze Unwissenheit ansehen. Aus diesen, als aus einer ergiebigen Quelle, entspringt Beharrlichkeit im Irrthume, und Widerstand gegen Wahrheit. Ein vorurtheilsvoller und eingebildeter Geist ist taub gegen Unterweisung; es ist ein unbearbeitbarer und steinichter Boden, auf welchem der ausgesäete Same ganz verlohren geht, und nie Früchte bringet. Dünkel und Vorurtheil sind zwei der größten Quellen des menschlichen Elends, und doch sind wir immer nur zu sehr geneigt, beiden in allen Gegenständen unsres Wollens und unsers Urtheilens nachzuhängen, wovon das öftere Mißlingen in unsern Bemühungen nach Glückseligkeit sowohl als nach Kenntniß der Dinge die Folge ist.

Der Mensch ist stets bereit, das anzunehmen oder zu verwerfen, was mit seinen vorgefaßten Meinungen mehr oder weniger übereinstimmt, die Vernunft zur Dienerinn des Vorurtheils zu machen, und ohne Untersuchung zu verwerfen, was mit irgend einem angenommenen Systeme nicht übereinkommt. So aber verschließt er sich den Weg zur Kenntniß, und entzieht sich selbst die Wohlthat des Lichts. Man erzählt von einem Florentinischen Gelehrten, dessen Vorurtheile so tiefe Wurzel gefaßt hatten, daß er nie dahin gebracht werden konnte, durch ein Fernrohr des Galilei zu sehen, um nicht am Himmel etwas zu entdecken, was seinen Glauben an die Aristotelische Philosophie wankend machen könnte.

Der sicherste Schritt zu dem Besitz des Gutes, was wir suchen, ist unsre Liebe und Neigung zu dem Gegenstande selbst; dies erweckt unsern Fleiß, und schärft unsre Aufmerksamkeit. Liebe zur Wahrheit ist also das sicherste Mittel, im Aufsuchen derselben glücklich zu seyn. Zwar wird vielleicht nicht ein Mensch zu finden seyn, der nicht glaube, daß er diese Liebe besitze, und doch wie wenige sind ihrer, die eben diese Zuversicht nicht hintergeht? Wir verwechseln nur zu oft die Liebe zu unsern Meinungen mit der Liebe zur Wahrheit, weil wir eben unsre Meinungen für Wahrheit halten; gleichwohl haben die meisten diese Meinungen nur auf Treu und Glauben angenommen, und es ist eben daher wahrscheinlicher, daß sie falsch sind. Die Liebe zu unsern Meinungen ist in diesem Falle Liebe zum Irrthume, und da diese Liebe ohne Grund ist, so ist sie daher auch ein um so größeres Hinderniß im Verfolge der Wahrheit, als wenn wir in Ansehung des betreffenden Gegenstandes noch gar nichts bestimmt hätten.

Sie müssen daher bey Untersuchung der Wahrheit ganz als Fremdlinge handeln; Sie müssen nicht Beweis-

gründe aufzusuchen bemühet seyn, um Ihre eigenen vorgefaßten Meinungen zu unterstützen, sondern sich in einem Stande der Gleichgültigkeit für alles, als nur für bekannte und bewiesene Wahrheit, zu erhalten suchen, gänzlich unbekümmert, woher die Wahrheit kommt oder wohin sie führt, und völlig überzeugt, daß Wahrheit so wenig als ihr Urheber zu dem Schlamme unsrer Unwissenheit herabsinken und sich damit vereinigen, sondern daß wir durch richtige Ausbildung unserer Vernunft uns zu der krystallnen Fläche der Wahrheit erheben und endlich zu der lichtvollesten Stufe, dem Fußschemmel der Allmacht, steigen können.

Von dem Barometer, oder dem leeren Raum des Torricelli.

Eine kurze Geschichte des Ursprungs des **Barometers** wird, wie ich hoffe, die Wahrheit jener Sätze noch mehr bestätigen. Die Geschichte desselben ist mit der einer gesunden Physik so verwebt, daß die eine die andre natürlicher Weise von selbst wieder ins Gedächtniß zurückruft. Der Torricellische Versuch, worauf sich das Barometer gründet, ist, gleich einem Strome, dessen Ursprung sehr klein ist, allein während seinem Laufe sich ausserordentlich ausbreitet, die glückliche Veranlassung gewesen, Licht über Nationen zu verbreiten, welche noch jetzt seinen Namen nicht kennen: er hat andern die mannichfaltigsten Vortheile gewährt, ohngeachtet sie die Grundsätze nicht kennen, worauf er beruht.

Bis zum letztern Jahrhunderte wollte man, ob man schon die Schwere der Atmosphäre empfand, ihre Wirkung nicht anerkennen. Vergeblich äußerte die Luft ih-

ren Druck und ihre Elastizität, man blieb unempfindlich gegen dieses Zeugniß. Das Wasser stieg in Pumpen empor, und lief durch Heber in ehemaligen Zeiten so wie in gegenwärtigen. Der Blasebalg, dessen Luftgänge verschlossen waren, ließ sich ehedem eben so schwer wie gegenwärtig trennen; Kinder saugten, die Luft strömte bei jedem Athemzuge schnell in die Lungen, und man bediente sich eben der Schröpfköpfe, um das Fleisch in die Höhe zu ziehen. Ohnerachtet dieser offenbaren Beweise von der Schwere der Luft, behaupteten doch die alten Physiker, daß sie keine Schwere habe und keinen Druck verursache, und erklärten alle diese Erscheinungen durch einen Abscheu, den die Natur vor dem leeren Raume habe. Sie begnügten sich mit dem Ausspruche des Aristoteles, daß die Natur keinen leeren Raum leide, und daher alles Mögliche anwende, um ihn sogleich wieder auszufüllen, wenn irgend durch die Kunst des Menschen einer erzeugt worden sey. Dergleichen Beispiele, wo man bloße Worte, getrennt von den damit verbundenen Ideen und von aller Entwickelung der dadurch erzeugten Wirkung, für hinreichend hielt, gewisse physische Erscheinungen zu erklären, die uns aber gleichwohl so unwissend als vorher lassen, werden Sie bei Ihren Untersuchungen der Wahrheit mehrere antreffen.

Noch mehr werden Sie erstaunen, daß Menschen im Irrthume fortfahren konnten, nachdem sie bereits für richtig anerkannt hatten, dieser Abscheu gegen den leeren Raum habe gewisse bestimmte Gränzen, und daß erst im siebzehnten Jahrhunderte Untersuchungen darüber angestellt wurden, welches die Gränzen dieses Abscheus seyn dürften. Als nämlich ein Gärtner des Herzogs von Florenz, welcher das Wasser zu einer Höhe von 50 bis 60 Fuß heben wollte, dieses durch die gewöhnliche Saug-

pumpe zu bewerkstelligen versuchte, gleichwohl aber bei aller nur möglichen Sorgfalt nicht im Stande war, es höher als 32 Fuß zu heben; so wandte er sich jetzt, müde von so oft wiederholten vergeblichen Versuchen, an Galilei, den Vater der neuern Philosophie, um diese Schwierigkeiten zu lösen. Wenn, sagten einige, das Wasser steigt, weil die Natur einen Abscheu vor dem leeren Raume hat, so folgt, daß das Wasser zu jeder verlangten Höhe steigen muß, da sich kein Grund absehen läßt, warum die Natur vor einer gewissen Höhe einen größern Abscheu haben sollte, als vor einer andern. Die diese Meinung angenommen hatten, behaupteten also zuversichtlich, daß das Wasser zu jeder beliebigen Höhe gehoben werden könne. Galilei, welcher bisher ebenfalls die gemeine Idee von dem Abscheu der Natur vor einem leeren Raume gehegt hatte, entdeckte zwar nun, daß dieser Abscheu oder die Gewalt, welche das Wasser in den Pumpen hebt, beschränkt sey, aber er schloß nichts weiter daraus, als daß der Abscheu der Natur vor der Leere bestimmte Gränzen habe. Galilei hatte entdeckt, daß die Luft schwer sey, aber die Entdeckung ihres Drucks war dem Torricelli vorbehalten.

Wenn wir die großen Fähigkeiten und Einsichten des Galilei überlegen, und seine mannichfaltigen Entdeckungen, z. B. der isochronischen Vibrationen des Pendulum, der Gesetze des Falles der Körper u. s. f. in Betrachtung ziehen, so müssen wir uns wundern, daß er den letzten Schritt verfehlen konnte, der ihm zur wahren Erklärung jenes Phänomens übrig blieb. Man sieht hieraus, wie stark die Macht des Vorurtheils ist, da es so viele Gewalt selbst auf den Galilei haben konnte.

Allein das ganze Menschengeschlecht hatte bereits seit mehr als tausend Jahren die Aussprüche des Ari-

stoteles als Orakelsprüche angesehen, und sein Ansehen galt in der Philosophie als unumstößlicher Beweis. Diese Philosophie war, wie Lord Bacon sagt, reich an Worten, aber arm an Werken, sie war vorzüglich geschickt, einen Schleier über die Unwissenheit zu decken, und die Fortschritte der Kenntnisse zu hemmen, da sie die Menschen mit der Einbildung erfüllte, daß sie alles wüßten; kurz, es war eine Philosophie, die anstatt über irgend eine Erscheinung in der Natur Aufschlüsse zu geben, bloß ihren unbekannten Ursachen gelehrte Nahmen gab, und anstatt die Menschen mit den markichten Früchten wahrer Kenntnisse zu speisen, ihnen die saftlosen Hülsen barbarischer Kunstwörter reichte. In der Folge ward jedoch der Mensch durch die Thorheit seiner Vorgänger klüger; man schlug einen von jenem verschiedenen Weg, die Natur zu studiren, ein, und verfolgte ihn: alle selbst gebildete Meinungen wurden verworfen, und nur Thatsachen erkannte man für einen festen und sichern Grund, um Fortschritte in der Physik zu machen.

Die Erfindung des Barometers durch Torricelli, welche im Jahr 1643 geschahe, war eine der ersten Wirkungen dieser Nachforschungen. Sein erstes rohes Model eines Barometers war eine Röhre von 60, und nachgehends von 40 Fuß Länge. Nachdem diese Röhre in ein Gefäß mit Wasser getaucht und die Luft vermittelst eines Kolben daraus genommen worden, so fand man, daß das Wasser jederzeit bis zu einer Höhe von 32 bis 33 Fuß stieg, und auch so blieb, kleine Abweichungen abgerechnet, nie aber durch alle Kunst, die man anzuwenden versuchte, bis zu einer Höhe von 38 bis 40 Fuß gebracht werden konnte.

Da dieses Instrument zu diesen Versuchen von einer unbehülflichen Länge und Größe war, so kam Tor-

ricelli, in Erwägung daß das Quecksilber vermöge seiner Schwere mit einer Kraft falle, die derjenigen gleich sey, wodurch dessen Fallen verhindert werde, auf den glücklichen Gedanken die spezifischen Schweren beider Flüssigkeiten mit einander zu vergleichen, und eine gläserne Röhre mit Quecksilber statt Wassers zu füllen. Jetzt fand er, daß die Wirkung seiner Erwartung genau entsprach, und daß er bei dem Vortheile einer so schweren Flüssigkeit das Barometer von 40 Fuß auf 32 Zoll herabsetzen könne, weil das Wasser um soviel höher gehoben wurde, als es leichter als Quecksilber war. Hieraus schloß nunmehr Torricelli, daß beide Säulen von einerlei Gegendruck gehalten würden, und daß dieses Gegengewicht die Luft sey. In der Folge werden Sie aus einigen Versuchen ersehen, daß wenn dieses Gegengewicht, oder der äußere Druck der Luft weggenommen wird, das Quecksilber alsdann sogleich in das Bekken herabfällt.

Die Füllung einer Barometerröhre. — Man nehme eine reine warme Glasröhre, ohngefähr 33 Zoll lang, und gieße in dieselbe vermittelst eines kleinen Trichters von Papier Quecksilber. Sie werden bemerken, daß so wie das Quecksilber sich in der Röhre sammelt, in verschiedenen Stellen Luftblasen zurückbleiben; so fahre man fort, Quecksilber einzugießen, bis die Röhre ohngefähr bis auf einen halben Zoll oberhalb voll ist. Jetzt lege man den Finger dicht auf die Mündung der Röhre, und kehre sie um, wo denn die Luft, welche sich in dem nicht mit Quecksilber angefüllten Theile befand, so wie sie durch das Quecksilber geht, auf diesem Wege alle jene zurückgebliebenen Blasen

sammeln wird. Hierauf kehre man die Röhre wieder um, daß die Luftblase rückwärts wieder aufsteige, und wiederhole dieses Umkehren so oft, als man längs der Röhre noch einige kleine Blasen gewahr wird. Nunmehr fülle man die Röhre ganz voll, und indem man den Finger an das offne Ende der Röhre legt, tauche man dieses Ende in ein Gefäß, worin sich Quecksilber befindet, so daß das Ende dieser Röhre vollkommen im Quecksilber untergetaucht sey, und ziehe dann den Finger weg. Jetzt wird das Quecksilber in der Röhre schwebend erhalten, und über der Quecksilbersäule befindet sich ein leerer Raum. Die Quecksilbersäule beträgt ohngefähr 30 Zoll Höhe. Zufolge des Verfahrens der Füllung dieser Röhre werden Sie einsehen, daß sich keine Luft in dem Raume zwischen dem Quecksilber und dem obern Theil der Röhre befinden kann, denn bis der Finger, welcher die Oeffnung in dem Gefäße schloß, weggenommen wurde, war dieser Raum mit Quecksilber angefüllt. Das Quecksilber, welches ohngefähr 33 Zoll hoch stand, fiel sodann in der Röhre herab, und ließ mithin einen ganz luftleeren Raum zurück; denn Luft konnte nicht in die Röhre gelangen, sie hätte sich denn einen Weg durch das Quecksilber in dem Gefäße und durch die 30 Zoll in der Röhre bahnen, oder durch das zugeschmolzne Ende der Röhre dringen müssen: allein da keines von diesen möglich ist, so folgt, daß in dem Theile der Röhre, welchen das Quecksilber verlassen, nothwendig ein leerer Raum seyn müsse.

Dieser Versuch wurde bald allen Gelehrten von Europa mitgetheilt, welche, von den großen Beispielen eines Galilei und Bacon angeführt, eben durch die Dunkelheit der Schulen zu dringen bemühet waren, und jetzt auf neue Entdeckungen ausgiengen. Besonders aber wollte es das Glück, daß er die Aufmerksamkeit des

so verdienten und berühmten Pascal auf sich zog, eines Mannes, welcher durch seine ungeheuchelte Frömmigkeit, so wie durch seine tiefen Kenntnisse und Einsichten sich merkwürdig gemacht hatte. Er bewies augenfällig, was man sonst nur als wahrscheinlich angesehen hatte. Seine Versuche sind zu zahlreich, als daß ich sie hier alle anführen könnte; nur eines muß ich erwähnen, nicht bloß, weil er ein hinreichender Beweis ist, daß der Druck der Luft die Quecksilbersäule in dem Barometer trage, sondern auch, weil er die Absicht hat, einen sehr wichtigen Vortheil zu bestätigen, den die Anwendung dieses Instrumentes an die Hand bietet, nämlich das Messen der Gebirgshöhen. Da es immer vortheilhaft ist, Pascal selbst sprechen zu hören, so will ich hier den Brief selbst anführen, den er im Jahre 1647 an seinen Schwager, Herrn Perrier, schrieb. „Ich habe über einen Versuch nachgedacht, der, wenn er mit aller Genauigkeit ausgeführt werden kann, für sich allein schon hinreichend seyn wird, diesen Gegenstand in ein helles Licht zu setzen. Er besteht darin, daß man den Torricellischen Versuch an einem und demselben Tage zu verschiedenen malen wiederhohle, welches mit der nämlichen Röhre und mit dem nämlichen Quecksilber geschehen muß, zuweilen am Fuße, zuweilen aber auf der Höhe eines Berges ohngefähr 5 bis 600 Toisen hoch. Auf diese Art werden wir finden, ob das Quecksilber in der Röhre auf dem Gipfel und am Fuße des Berges gleichhoch oder ob es in den verschiedenen Stationen niedriger oder höher stehen werde. Man sieht sogleich, daß dieser Versuch entscheidend ist. Denn wenn die Quecksilbersäule auf dem Gipfel des Berges niedriger ist, als am Fuße desselben, wie ich glaube, daß dies der Fall seyn wird, so folgt hieraus deutlich, daß die Aufrechterhaltung des Quecksilbers in der Röhre den Druck der Luft, keineswegs aber einen Abschen gegen

den leeren Raum zum Grunde habe, indem es offenbar ist, daß die Luftsäule am Fuße des Berges höher ist, als auf der Höhe desselben; thörigt hingegen würde es seyn, vorauszusetzen, daß die Natur am Fuße eines Berges mehr Abscheu gegen den leeren Raum habe, als auf dessen Gipfel. Ist nun die Aufrechterhaltung des Quecksilbers in der Röhre von dem Drucke der Luft herzuleiten, so ist offenbar, daß dieser Druck einer Luftsäule gleich sey, deren Durchmesser demjenigen der Quecksilbersäule gleich ist, und deren Höhe gleich der Höhe der Atmosphäre von der Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße angerechnet. Bleibt nun die Grundfläche die nämliche, so wird nothwendigerweise der Druck sich verhalten wie die Höhe der Säule, so daß je höher die Luftsäule ist, je länger auch die Quecksilbersäule seyn werde, welche von ihr gehalten wird.“ Herr Perier machte diesen Versuch auf dem Puy de Dome mit pünktlicher Befolgung der Vorschriften des Herrn Pascal, dessen Vermuthungen auch vollkommen zutrafen, indem das Quecksilber in dem Barometer je nach dem Verhältnisse fiel, als Herr Perrier den Berg aufwärts stieg. *)

Andere Beweise derselben Wahrheit erhält man besonders vermittelst der Luftpumpe: wir können nämlich

*) Das Barometer, ein in der Physik so äußerst wichtiges Instrument, ist indessen durch manche daran angebrachte Künsteleien eher mehr verderbt als verbessert worden. Es würde wider die Absicht einer Anmerkung seyn, wenn ich alle damit vorgenommene Künsteleien, und zum Theil Verkehrtheiten in Rücksicht der Anwendung desselben hier anführen wollte; ich berufe mich daher dieserwegen auf Werke, die absichtlich vom Barometer handeln, als z. B. das schöne Werk des Herrn de Luc. G.

durch dieses Instrument zeigen, was sich zuträgt, wenn der Druck der Luft auf das Barometer weggenommen wird. In dieser Absicht will ich hier dieses Barometer auf den Teller der Luftpumpe, und darüber einen hohen Recipienten setzen. Taf. III. Fig. 11. Jetzt fange ich an, die Luft auszupumpen, und Sie sehen, wie das Quecksilber unmittelbar fällt, und so lange fortfährt zu fallen und in das Gefäß mit Quecksilber überzugehen, als ich mit dem Auspumpen der Luft anhalte, so daß sich jetzt, nachdem alle Luft ausgepumpt worden, auch kein Quecksilber mehr in der Röhre befindet. Als die Luft frei auf das Quecksilber drückte, ward eine Säule von 30 Zoll aufrecht erhalten, dahingegen diese Höhe immer mehr und mehr abnahm, so wie dieser Druck geringer wurde, und als dieser Druck ganz aufhörte, die Säule sich in der ebnen Fläche des in dem Gefäße enthaltnen Quecksilbers verlor. Da nun der Druck der Luft die Kraft ist, wodurch das Quecksilber in dem Barometer aufrecht erhalten wird, so folgt von selbst, daß bei Wegnehmung der Luft von der Oberfläche des Quecksilbers dieses in der Röhre herabsinken müsse. Es ist also offenbar, daß es allein die Schwere der Luft ist, welche die Quecksilbersäule aufrecht erhält. Diese Folgerung erhält dadurch Bestätigung, wenn man wieder Luft in den Recipienten läßt, denn indem ich dies thue, sehen Sie wie das Quecksilber, welches vorher bis zur Fläche des in dem Becken befindlichen Quecksilbers gefallen war, jetzt wieder hinauf steigt, bis es endlich die vorige Höhe wieder erhalten hat. Ein Barometer innerhalb dem Recipienten einer Luftpumpe ist sehr nutzbar, um den Druck der Luft bestimmen zu können, die, nachdem man sie zum Theil ausgepumpt hat, darin zurückgeblieben ist. Denn dieser Druck wird jederzeit zum Drucke der Atmosphäre auf eine gegebene Oberfläche sich verhalten, wie die Höhe des Quecksilbers in der Röhre sich zur eigentlichen Höhe

verhält. Ein Barometer, wenn es an einer Luftpumpe zu dieser Absicht angebracht ist, heißt ein Elastizitätszeiger. Eine Art davon ist A (Fig. 2 Taf. I.), welche aus einer kurzen Röhre besteht, die an dem einen Ende zugeschmolzen, mit Quecksilber gefüllt, mit dem offnen Ende in ein kleines Gefäß mit Quecksilber getaucht, und auf einen kleinen Teller gesetzt worden, welcher mit dem Recipienten in Verbindung steht. So wie nun das Barometer durch das Aufsteigen des Quecksilbers den Grad der Luftverdünnung anzeigt, so bemerkt hingegen dieser Elastizitätszeiger durch das Fallen des Quecksilbers, wie weit die Luft ausgepumpt worden sey: denn während dem die Luft aus dem Recipienten gepumpt wird, wird sie auch zu gleicher Zeit aus dem Glase gepumpt, das über diesen Zeiger gestellt ist, und da folglich der Druck der Luft auf das Quecksilber in dem Gefäße beständig vermindert wird, so wird dieser Druck endlich schwächer werden, als die Schwere des Quecksilbers in der Röhre, worauf das Quecksilber anfangen wird zu fallen: je mehr nun die Luft ausgepumpt wird, um so tiefer wird es fallen, bis es endlich nur sehr wenig über der Oberfläche desjenigen im Gefäße stehen wird.

Ich will Ihnen hier noch einen Beweis durch einen Versuch von ungleich einfacherer Beschaffenheit geben, den Sie selbst sehr leicht wiederholen können. Kein Apparat ist dazu erforderlich, man hat bloß eine Glasröhre dazu nöthig, welche an beiden Enden offen ist. Mit dieser Röhre, etwas Quecksilber und einem Stück Blase können Sie jedermann sogleich den Grund zeigen, warum eine so schwere Flüssigkeit, als das Quecksilber ist, in dem Barometer aufrecht gehalten wird. Hier ist eine Glasröhre, ohngefähr 33 Zoll lang, und an beiden Enden offen, ich will jetzt ein Ende derselben mit diesem Stück angefeuchteter Blase bedecken und es fest daran

binden. Jetzt fülle ich die Röhre, wie ich oben mit dem Barometer verfuhr, setze meinen Finger auf das offne Ende, und tauche das Ende, was ich vermittelst des Fingers verschlossen halte, mit der Vorsicht in dieses mit Quecksilber angefüllte Gefäß, daß keine Luft hinzukommen kann. Ziehe ich nun meinen Finger weg, so wird, wie Sie bereits gesehen haben, ein Theil des Quecksilbers in das Gefäße stürzen, der übrige Theil aber wie bei unserm vorigen Versuche aufrecht erhalten werden. Zugleich werden Sie aber auch bemerken, daß die Blase einwärts in die Röhre gedrückt wird, denn die gegen das Quecksilber gekehrte Fläche ist konvex. Ich will jetzt mit einer feinen Nadel eine Oeffnung in die Blase machen, worauf das Quecksilber sogleich schnell in das Gefäß herabstürzt, denn da die Luftsäule, welche jetzt oberhalb eindringt, derjenigen gleich ist, wodurch das Quecksilber aufrecht gehalten wurde, so muß nunmehr das Quecksilber vermöge seiner eigenen Schwere herabfallen.

So deutlich und unleugbar auch alle diese Versuche den Druck der Luft erweisen, so fand diese Wahrheit doch bei der ersten Entdeckung einen außerordentlich starken Widerstand an den Vorurtheilen derjenigen, welche gewohnt waren, bloß nach einem gewissen herrschenden Lehrsysteme zu denken, und sich nicht überwinden konnten, ihren Lieblingsmeinungen zu entsagen. Die verschiedenen unstatthaften Einwendungen, welche man damals dagegen vorbrachte, und die Streitigkeiten, die dieserwegen geführet wurden, kann man in den Werken eines Pascal, Boyle und Power nachlesen. Nach und nach siegte jedoch der Versuch, den ich Ihnen eben gezeigt habe, über die verjährten Vorurtheile, die Vorliebe zu dem alten abgeschmackten Systeme schwand allmählich und der Aberglaube, von dem die Menge beherrscht wird, verlor immer mehr von seinem Einfluß.

Bisher haben Sie gesehen, daß die Luft unterwärts drückt; nunmehr will ich Ihnen auch die Wirkung dieses Drucks in entgegengesetzten Richtungen zeigen, denn so wie alle übrige Flüssigkeiten drückt auch die Luft nach allen Seiten. Ich habe hier eine Röhre für den Torricellischen Versuch mit einer Seitenöffnung, die mit einer Blase bedeckt worden; ich fülle sie jetzt, und kehre sie, wie ich in den vorigen Fällen gethan habe, um. Sie sehen auch hier, daß das Quecksilber wie vorher aufrecht erhalten wird; jetzt durchsteche ich die Blase, und die Luft, welche durch diese Oeffnung eindringt, theilt die Quecksilbersäule in zwei Theile, deren einen sie unterwärts in das Gefäß treibt, den andern aber schnell aufwärts in die Röhre stößt. Dies beweiset Ihnen die Wirkung der Luft in zwei entgegengesetzten Richtungen.

Hier ist ein Barometer, welches gehörig gefüllt und in ein Gefäß mit Quecksilber gestellt worden ist: dieses Gefäß ist so tief, daß sie die Röhre ziemlich hoch heben können, ohne daß die untere Oeffnung außerhalb der Oberfläche des Quecksilbers kommt; zugleich werden Sie finden, daß, so wie Sie die Röhre heben, Sie ein Gewicht heben gleich demjenigen der Quecksilbersäule, die darin enthalten ist. Daß dies nicht das Gewicht der Quecksilbersäule ist, ergiebt sich daraus, daß während dem Aufheben der Röhre Sie nicht das Quecksilber heben, weil eines Theils die Röhre sich selbst hebt und über die Quecksilbersäule wegschiebt, die darin enthalten ist, und andern Theils der Gipfel dieser Säule, nachdem Sie die Röhre gehoben haben, nicht weiter von der Oberfläche des stillstehenden Quecksilbers entfernt ist, als er es vorher war. Auch kann in der That das Gewicht des Quecksilbers in der Röhre nicht gefühlt werden, weil der Druck der Atmosphäre nach oben dieses Gewicht trägt. Da also der Druck nach oben mit dem Queck-

silber in der Röhre im Gleichgewichte steht, so ist nichts, was die Schwere der Luftsäule, welche unterwärts auf den Gipfel der Röhre drückt, trage und ihr entgegenwirke. Dieser Druck ist es also, welchen man empfindet, wenn die Röhre gehoben wird, und da er dem Gewichte von 30 Zoll Quecksilber gleich ist, so ist das Heben dieses Drucks, der Empfindung nach, genau das nämliche, als das Heben des Gewichts des Quecksilbers in der Röhre.

Aus diesen Versuchen erhellet, daß die Oberfläche der Kugel, worauf wir wohnen, den Ocean von Luft trägt, welcher um sie herum bis zu einer beträchtlichen Höhe strömt. Die Bewohner der Erde gleichen daher den Fischen auf dem Boden des Meeres; gleich ihnen sind wir von einer Flüssigkeit umgeben, die sich weit über unsre Scheitel erhebt.

Eine viereckige Säule Quecksilber von 29½ Zoll Höhe, und einem Zoll im Durchmesser schätzt man 15 Pfund schwer. So wäre also ins Mittel gerechnet der Druck der Luft auf jeden Quadratzoll der Erdoberfläche der nämliche; da nun ein Quadratfuß 144 Quadratzoll enthält, so muß der Druck auf jeden Quadratfuß 144 mal so stark oder 2160 Pfund gleich seyn; mithin drückt auf einen mäßig großen Mann, dessen Oberfläche auf 14 Quadratfuß angenommen werden kann, die Luft mit einem Gewicht von 30240 Pfund.

Auf gleiche Art ließe sich auch das Gewicht der ganzen, auf die Oberfläche der Erde drückenden Luft berechnen; da aber dieses Gewicht, in Pfunden ausgedrückt, eine Zahl geben würde, die fast unbegreiflich wäre, so müssen wir eine andre Berechnungsart wählen. Wir wollen also eine Bleikugel annehmen, die mit

der Luft, welche auf die ganze Oberfläche der Erde drückt, von gleicher Schwere seyn soll, und ihren Durchmesser bestimmen. Dieser Durchmesser nun würde, wie man gefunden hat, beinahe sechszig Meilen lang seyn. So groß indessen dieser Druck auch ist, so würde doch kein Geschöpf ohne denselben leben können, sondern bei seiner Wegnahme unmittelbar der Tod erfolgen. Wir haben uns also dieser Last vielmehr zu freuen; sie beflügelt gleichsam unsere Füße und spannt die Sehnen unserer Glieder. Der Schall verbreitet sich durch solche mit großer Geschwindigkeit; Gerüche und Ausflüsse aller Art können durch sie leicht vorwärts und nach allen Seiten dringen.

Ob schon unsre Körper eine Last von beinahe zwei Tonnen tragen, so dürfen Sie sich doch keineswegs verwundern, daß wir frei und ungehindert durch die Atmosphäre gehen, da Sie sehen, daß die Fische sich mit eben so großer Leichtigkeit in einem ungleich dichtern und schwerern Elemente bewegen. Sie empfinden diese ungeheure Last nicht, weil Sie daran gewöhnt sind, und sie bereits seit Ihrer frühesten Kindheit getragen haben. Empfindungen, an die wir immer und zu jeden Zeiten gewöhnt sind, werden selten wahrgenommen; und wir können keinen Unterschied bemerken, wenn wir keinen Maßstab haben, wornach wir die Verschiedenheit schätzen können. Auch hat die göttliche Vorsehung diesem Drucke die Federkraft der Luft entgegengesetzt, welche durch den ganzen Körper verbreitet ist. Wir fühlen daher die Schwere der aufliegenden Luft nicht, erstlich, weil eine eben so große Gegenwirkung statt hat, und zweitens, weil sie jederzeit auf uns gewirkt hat, und wir uns ihrem Drucke auf keine Weise entziehen können.

Von der Elastizität oder der Federkraft der Luft.

Die Luft ist elastisch, und läßt sich zusammendrücken, weil ihre Theile näher an einander gebracht werden können, so daß sie dann einen kleinern Raum einnehmen, als vorher; allein so wie diese zusammendrückende Kraft aufhört, so breitet sich die Luft unmittelbar wieder aus, und nimmt den nämlichen Raum wieder ein, den sie vorher hatte, ehe sie zusammengedrückt wurde. Diese Eigenschaft unterscheidet die Luft von vielen andern Flüssigkeiten *); denn Wasser, Quecksilber u. s. f. von irgend einer gegebenen Größe können nie dahin gebracht werden, daß sie in Rücksicht ihrer Dimensionen einen viel kleinern Raum faßten, dahingegen die Luft vermöge des Zusammendrucks eine große Verminderung in Rücksicht des Volumens anzunehmen im Stande ist. Mit andern Worten, die Luft besteht aus Theilen oder enthält wenigstens einen Ueberfluß an Theilen von einer solchen Beschaffenheit, daß im Falle, wenn sie zusammengedrückt, und daher zu kleinern Dimensionen gebracht werden, welches entweder durch die Schwere der aufliegenden Atmosphäre, oder durch irgend eine andre Kraft bewirkt werden kann, sie sich nach allem Vermögen, was sie besitzen, bestreben, dieses Drucks loszuwerden, und ihre vorigen Dimensionen wieder einzunehmen, indem sie gegen die Körper drücken, die sie eingeschlossen halten. Diese Neigung will ich vermittelst einer Vergleichung zu erläutern suchen. Hier habe ich eine Hand voll Wolle, die ich jetzt dicht zusammenpresse, so daß sie einen kleinern Raum einnimmt; ich öffne meine Hand, und sie erhebt sich wieder zu ihrer vorigen Größe

*) Dies muß nur so angenommen werden, daß die Luft einen ohne alle Vergleichung höhern Grad von Elasticität besitzt.

vermöge der natürlichen Federkraft ihrer Fibern. Die Luft wird stets durch ihre eigne Schwere, und die Ausbreitung der anstoßenden Luft zusammengedrückt; folglich ist die Luft in einem Thale ungleich mehr zusammengepreßt, als auf dem Gipfel eines Berges, und kann daher mit einer Menge auf einander liegender Flocken Wolle verglichen werden; denn es ist offenbar, daß da die untern Schichten das Gewicht der obern tragen, sie einen größern Druck erleiden, als die obern, und folglich niedergedrückt werden, so daß sie bei gleicher Masse nicht nur einen ungleich geringern Raum einnehmen, sondern auch dichter seyn werden. Die Dichtigkeit der zunächst obern Schicht wird mithin immer geringer seyn, weil sie weniger Last trägt und so fort alle folgende. Der nämliche Fall findet auch bei der Luft statt.

Um Ihnen zu zeigen, daß die Luft elastisch ist, habe ich kein Instrument nöthig, da Sie sich hinreichend davon überzeugen können, wenn Sie bloß diese Blase zwischen Ihren Händen drücken wollen. Sie werden hiebei finden, daß die Kraft, die Sie anwenden, dieses zu thun, die in der Blase enthaltene Luft in einen kleinern Raum bringt, allein daß auch, sobald Sie aufhören zu drücken, sie sich sogleich wieder ausbreitet, und den nämlichen Raum wie vorher wieder einnimmt. Auch werden Sie zu gleicher Zeit bemerken, während dem Sie dieselbe zusammendrücken, daß sie ein großes Bestreben äußert, sich von der Gewalt zu befreien, die Sie ihr anthun.

Die Elastizität der Luft, diese zweite große Quelle der Wirkungen dieser äußerst wichtigen Flüssigkeit, wurde zuerst durch verschiedene Versuche des Lord Bacon, des Freundes und Vaters der neuern Philosophie, welcher auf diesen Grundsatz sein erstes Thermometer errichtete

und es Vitrum kalendare nannte, ausser Zweifel gesetzt.

Zufolge dieser Elastizität strebet nun die Luft jederzeit, sich auszubreiten und einen größern Raum einzunehmen. Hier ist eine Blase, welche bloß eine geringe Menge Luft enthält, und deren Hals dichte zugebunden ist, um zu verhindern, daß die Luft keinen Ausweg finde. So lange nun, als diese Blase dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre ausgesetzt ist, bleibt sie in dem nämlichen Zustande, weil die äußere und innere Luft von gleicher Dichtigkeit ist, allein sobald ich sie unter diesen Recipienten bringe, und anfange die äußere Luft durch Auspumpen zu verdünnen, so dehnen sich die Seiten der Blase, welche vorher schlapp und faltig waren, von selbst aus und werden gespannt, welches vermöge der elastischen Kraft der innerhalb derselben befindlichen Luft erfolgt (Fig. 10. Taf. I.). Lasse ich aber wieder äußere Luft zu, so erhält die Blase ihre vorige Gestalt wieder, indem die äußere Luft die Blase wieder so weit niederdrückt, bis die innere Luft eine Dichtigkeit erhalten hat, die im Stande ist, dem ganzen Gewichte der Atmosphäre entgegen zu wirken, und es zu tragen.

Ob gleich nur eine geringe Menge Luft in der Blase enthalten war, welche ich bei dem vorhergehenden Versuche anwendete, so ist doch schon diese geringe Menge im Stande, ein beträchtliches Gewicht zu heben. Ich lege sie hier in diese Büchse, bedecke sie mit diesen bleiernen Gewichten, setze so alles auf den Teller der Luftpumpe, und einen Recipienten darüber. (Taf. II. Fig. 6.) Nach Verhältniß nun, als ich die Luft auspumpe, schwillt die Blase an, und hebt zugleich das auf ihr liegende Gewicht; hingegen sinkt, wenn ich wieder Luft zulasse,

das Gewicht zu seiner vorigen Lage herab. Da Sie jetzt gesehen, daß eine so geringe Menge Luft ein so beträchtliches Gewicht zu heben im Stande ist, so werden Sie nunmehr sich weniger verwundern, wenn ich ihnen sage, daß bloß vermittelst des Einblasens in eine Blase sehr beträchtliche Lasten gehoben werden können. Sturm verband verschiedene Blasen mit einem Rohre auf eine solche Art, daß eine freie Gemeinschaft von dem Rohre zu allen Blasen statt fand; er legte dann einen Mühlstein auf die Blase, und war im Stande ihn allein vermöge des Einblasens des Athems in die Röhre beträchtlich hoch zu heben. *)

Hier ist eine dünne Flasche mit flachen Seiten; der Hals ist mit einem Korke verstopft, und über und über mit einem Cemente übergossen, um zu verhindern, daß keine Luft aus dem Glase gehen könne. Ich will sie jetzt unter den Recipienten setzen, und mit einem Drathkorb bedecken. Pumpe ich nunmehr die Luft aus dem Recipienten, so wird, sobald als sie hinreichend verdünnt worden ist, die Luft innerhalb der Flasche durch ihre Federkraft sich mit so viel Gewalt ausbreiten, daß sie die Flasche zersprengt. Dieser Versuch hat zu einer Aufgabe Gelegenheit gegeben, nach welcher die Form einer Flasche gesucht wird, die im Stande sey, der expansiven Kraft der eingeschlossenen Luft zu widerstehen, nachdem der äußere Druck auf dieselbe aufgehoben worden. Man fand, daß die vortheilhafteste Figur in dieser Rücksicht die Kugel sey, in welcher bei einerlei Masse das größeste Volumen unter der kleinsten Oberfläche statt finde; eine Flasche von dieser Form wird also die stärkste seyn,

*) Diesen Versuch wird man in physikalischen Lehrbüchern sowohl, als in andern Kunstbüchern häufig angeführt finden. G.

welche von derselben Masse oder Menge der Materialien gemacht werden kann.

Ich lege diesen eingeschrumpften Apfel unter einen Recipienten, und pumpe die Luft aus; die Schale schwellt auf, so wie ich anfange auszupumpen, und die eingeschrumpften Stellen erheben sich, so daß der Apfel ein volles frisches Ansehen gewinnt. Jetzt lasse ich wieder Luft ein, und er erhält von neuen sein voriges welkes Ansehen.

In der Verdoppelung des dünnen Häutchens an dem breiten Ende eines Eies, ist eine geringe Menge Luft eingeschlossen. Wenn diese Menge Luft durch die Wärme der brütenden Henne ausgedehnt wird, so drückt sie auf den gesammten Inhalt des Eies, und trägt zur Bildung und Erzeugung des Hühnchen vieles bei. Diese eingeschlossene Luft bietet uns einen sehr angenehmen Versuch dar, welcher die sich ausbreitende Kraft der Luft vortrefflich erläutert. Wir wollen ohngefähr den dritten Theil der Schale am schmalen Ende des Eies abbrechen, es umkehren, die innere Substanz herausnehmen, es sodann unter einen Recipienten legen, und die Luft auspumpen. Sie sehen jetzt, daß die Luft, welche sich zwischen der Schale und dem Häutchen befindet, sich ausdehnt, und das Häutchen so weit über den abgebrochenen Theil hinaus anschwellt, daß das Ei jetzt gewissermaßen ganz zu seyn scheint. Sie können diesen Versuch auch auf eine andre Art anstellen, wenn Sie ein kleines Loch am spitzen Ende des Eies machen, dann in diesen Apparat mit dem spitzen Ende unterwärts setzen, und alles unter einen Recipienten mit einem Gefäße bringen, um den Inhalt des Eies aufzunehmen. Pumpt man jetzt die Luft aus, so wird sich die Luft innerhalb ausdehnen, und das Weiße nebst dem

Gelben durch die Oeffnung des Eies heraustreiben. Ist das Gefäß von kegelförmiger Gestalt, und senkt man das Ei allmählich nieder, so wird das Weiße und Gelbe durch die wieder eingelassene Luft zurück in das Ei getrieben; oder wird dieses weggenommen, und Wasser statt desselben hingesetzt, so kann die innere Seite des Eies gewaschen und nachher auf gleiche Art mit Rahm oder einer andern Flüssigkeit angefüllt werden.

Der nächste Versuch wird Ihnen zeigen, wie ganz natürlich die Luft von selbst durch ihre Federkraft sich aus irgend einem Gefäße treiben wird, worin sie enthalten ist, wenn man den Druck der äußern Luft wegnimmt. Diese Phiole mit einem langen Halse nennt man gewöhnlich einen Distillirkolben. Ich tauche den Hals dieser Flasche in einen Becher mit Wasser und setze beide unter einen Recipienten auf die Luftpumpe (Taf. I. Fig. 18.) So wie ich nun die Masse Luft innerhalb dem Recipienten vermindere, so schwäche ich verhältnißmäßig die Federkraft derselben, und folglich ihren Druck auf die Luft innerhalb der Flasche; diese, welche sich von einem Theil des auf ihr liegenden Drucks befreit fühlt, dehnt sich aus, und entwischt aus dem Kolben in Form von Blasen, welche, da sie leichter als Wasser sind, durch dasselbe aufsteigen, und auf der Oberfläche desselben bersten; dies wird so lange dauern, bis endlich die Kraft der Ausdehnung zu schwach wird, um den aufliegenden Druck zu überwältigen. Wir wollen nun sehen, was geschehen wird, wenn wir wieder Luft einlassen. Da jetzt die äußere Luft dichter ist, als diejenige in der Flasche, so wird, da die Luft in der Flasche diesem größern Drucke nachgiebt, und weicht, das Wasser in die Oeffnung eindringen, und weil es wenig oder keinen Widerstand findet, so weit steigen, bis die darin übriggebliebene Luftmasse von gleicher Dichtigkeit wie die äu-

ßere Luft geworden ist. Die kleine Blase oben in dem Kolben ist also die Menge Luft, welche nach dem Auspumpen übrig blieb, und jetzt in einen kleinen Raum verdichtet erscheint. Sie sehen, was für eine geringe Menge Luft übrig bleibt, wenn sie mit der ganzen zuerst in dem Kolben enthaltenen Luft, oder mit dem Volumen Wasser verglichen wird, das sich jetzt darin befindet, und der Menge der ausgepumpten Luft gleich ist. Sie können aus diesem Versuche sehen, daß die Federkraft der Luft dem Drucke derselben gleich ist, da sie eine gleiche Wirkung erzeugt; denn so lange als die Federkraft der Luft geringer war als der Druck der äußern Luft, so stieg das Wasser in die Kugel; allein sobald die Federkraft dem äußern Drucke gleich wurde, erlitt auch das Wasser von beiden gleichen Druck und Widerstand, und blieb stehen.

Nun wollen wir wieder die Luft aus dem Recipienten pumpen, wo denn so wie ich nur damit anfange, auch das Wasser anfängt zu fallen, die Luftblase sich ausdehnt und das Wasser nach und nach aus der Flasche treibt.

Eine unmittelbare Folgerung hieraus ist zugleich, daß, wenn die Luft nicht elastisch wäre, sie aus einem verschlossenen Gefäße nicht gepumpt werden könnte. Wäre das Gefäß mit Wasser gefüllt, und hätte weiter keine Oeffnung, als wo die Pumpe angeschraubt wird, so würde, ob schon ein leerer Raum beim Ziehen des Kolben gemacht würde, doch kein Wasser aus dem Gefäße in diesen leeren Raum steigen; denn das Wasser steigt in einen leeren Raum durch den Druck der Atmosphäre auf die übrigen Theile der Oberfläche. Allein da das Gefäß geschlossen ist, so kann die äußere Luft nicht auf die Oberfläche des Wassers drücken, und es wird

kein Wasser in den leeren Raum steigen, so wie keines ausgepumpt werden kann, wofern es nicht zuerst in den Zilinder steigt. Wenn aber das Gefäße mit einer elastischen Flüssigkeit gefüllt ist, so bedarf es keines äußern Drucks, denn diese Flüssigkeit wird sich durch ihre eigne Elastizität ausbreiten, so daß die nämliche Luft, welche zuerst das Gefäße füllte, nachdem sie solchergestalt ausgedehnt worden, sowohl das Gefäße als den Raum in dem Zilinder zugleich ausfüllen wird. So viel Luft nun, als in den Zilinder der Pumpe aufsteigt, so wie der Kolben gehoben wird, eben so viel wird auch bei dessen nächster Rückkehr abgeführt werden.

Springbrunnen können auf verschiedene Art gemacht werden. Ich habe Ihnen bereits einen gezeigt, welcher durch den Druk der Luft hervorgebracht wurde; in meinem nächsten Versuche will ich Ihnen einen zeigen, welcher durch die Federkraft der Luft in Wirkung gesetzt wird. Diese Flasche ist ohngefähr um zwei Drittheile mit Wasser gefüllt; in dem obern Theile befindet sich Luft. Die gläserne Röhre, deren oberes Ende mit einer Schraube und einem Aufsatze versehen ist, geht durch den Hals der Flasche, und reicht beinahe bis zum Boden, wo sie mittelst einer Schraube an dem obern Theile der Flasche befestiget wird, an welchen sie willkührlich an und abgeschraubt werden kann, welche Verbindung aber luftdicht seyn muß. Taf. II. Fig. 8. Man stelle sie auf die Pumpe unter einen Recipienten, und nach einigen Zügen, welche solchergestalt den äußern Druck vermindert haben werden, wird jetzt die Luft innerhalb anfangen sich auszubreiten, und sonach das Wasser durch die Springröhre mit solcher Stärke heraustreiben, daß das Wasser hoch herausspringt, und eine artige Fontäne bildet.

Hier ist ein kleiner Bacchus Taf. II. Fig. 2. welcher auf einem Fasse sitzt. Aus seinem Munde geht

bis zum Fasse eine Röhre. Dieses Faß ist so wie der kleine Springbrunnen, mit gefärbtem Wasser gefüllt. Wenn man es daher unter einen Recipienten setzt, und die Luft auspumpt, so wird die Flüssigkeit in seinen Mund aufgetrieben, und der fröhliche Gott scheint ganz für seine gewöhnliche Beschäftigung zu leben. Während dem Trinken schwellt zugleich sein Leib an, welches vermittelst einer Blase geschieht, in der etwas Luft sich befindet und unter seinem Hemde vorborgen ist.

Die Elastizität oder Federkraft der Luft erzeugt die nämlichen Wirkungen, welche der Druck hervorbringt, weil die Federkraft der zusammendrückenden Kraft gleich ist, die in gewöhnlichen Fällen dem Drucke der Luft das Gleichgewichte hält. Diese Barometerröhre ist an beiden Enden offen, deren messingene Einfassung ich jetzt in den Hals dieser Flasche schrauben will. Sie sehen, daß das untere Ende der Röhre unter der Oberfläche des Quecksilbers in der Flasche ist, und die Luft über dem Quecksilber weder durch das Quecksilber in die Röhre, noch durch die Fugen am Halse der Flasche gehen kann, weil diese Luftdichte verschlossen worden sind. Ich setze jetzt diese Vorrichtung auf die Pumpe, und einen Recipienten darüber. Das Quecksilber ist, wie Sie sehen, ruhig, da nichts darauf wirkt, was seine Lage verändern könnte. Nunmehr pumpe ich die Luft aus dem Recipienten und aus der Röhre, wo dann unmittelbar die Federkraft der Luft, die in der Flasche sich befindet, auf das Quecksilber drücken, und es beinahe so hoch treiben wird, als es im vorigen Versuche durch den Druck der Luft gehoben wurde; der Grund hiervon ist, weil, sobald als das Gegengewichte durch das Auspumpen weggenommen wurde, die Federkraft ihre Stärke äußerte.

Hier ist ein Glas mit Wasser gefüllt, worin einige hohle gläserne Figuren sich befinden, die auf ihren Köp-

sen eine gläserne Kugel tragen; diese Kugel enthält gegenwärtig genau soviel Wasser, um die Figur spezifisch schwerer als Wasser zu machen. Ich will sie jetzt auf die Luftpumpe setzen, und einen Recipienten darüber decken (Taf. II. Fig. 13.), wo Sie, so wie ich die Luft auspumpe, sehen werden, daß nach Verhältniß als diese verdünnt wird, die Figuren steigen, indem die Luft, die in der Kugel ist, sich ausdehnt, und einen Theil Wasser heraustreibt, worauf die Figur und die damit verbundene Kugel, da sie jetzt leichter als Wasser geworden, aufsteigt; läßt man wieder Luft ein, so wird wieder alles spezifisch schwerer, und die Figuren fallen wieder zu Boden.

Aus dem vorhergehenden Versuche erhellet, daß die spezifische Schwere der Körper durch die Ausdehnung der Luft vermindert wird. Da dieser Satz einige gewöhnliche Erscheinungen erklärt, uud auf verschiedene Umstände anwendbar ist, so will ich mich jetzt bemühen, ihn durch noch einige Versuche anschaulicher zu machen. An diese Blase, welche bloß eine geringe Menge Luft enthält, ist ein Stück Blei befestigt, welches eine hinreichende Schwere hat, daß sie im Wasser zu Boden sinkt. Ich lege alles in dieses Gefäß mit Wasser, und stelle es auf die Luftpumpe unter einen Recipienten. Nunmehr pumpe ich die Luft aus, wo dann die Blase sich ausdehnt, und ein Ball wird, der leichter als die Flüssigkeit ist, worin er sich befindet, und solchennach auch nebst dem daran befindlichen Gewichte in die Höhe steigt. Dieser Versuch wird jetzt natürlicherweise Ihnen die Luftballone ins Gedächtniß rufen, wovon sie entweder gehört, oder welche Sie vielleicht wohl auch selbst gesehen haben: im gegenwärtigen Versuche sahen Sie einen im Wasser aufsteigen, sobald als das Volumen desselben leichter geworden war als ein gleiches Volumen Wasser,

die Luftballone hingegen werden leichter gemacht als die Luft, worin sie schwimmen sollen, und steigen folglich in derselben bis ein Gleichgewicht statt findet. Doch dies wird ein Gegenstand für eine der künftigen Vorlesungen seyn.

Ich habe diesem Stück Kork ein genau so schweres Gewichte Blei angehangen, daß es von selbst unter Wasser sinkt. Ich lege es in ein Gefäß mit Wasser, setze alles unter einen Recipienten auf der Luftpumpe, und pumpe die Luft aus. Sie sehen jetzt, wie sich die Luft von selbst von dem Korke frei macht, und in Form kleiner Blasen aufsteigt, welche an der Oberfläche des Wassers zerplatzen; ein Theil der Luft kann indessen nicht entweichen, der Kork vergrößert sich daher in seinem Volumen, wird spezifisch leichter als das Wasser, und steigt jetzt darin in die Höhe; läßt man hierauf wieder Luft ein, so schrumpft der Kork von neuen zu seiner vorigen Gestalt zusammen, und fällt wieder auf den Boden des Gefäßes herab.

Holz, welches aus Sümpfen oder andern feuchten Orten ausgegraben worden, wird selten im Wasser schwimmen, weil die Wassertheilchen durch Zeit und andre Ursachen die Luft aus den leeren Stellen des Holzes getrieben haben; hieraus sieht man, daß selbst Holz nur dann leichter als Wasser ist, wenn die Poren in demselben mit Luft angefüllt sind. Vermöge des nämlichen Grundsatzes können wir auch folgende Erscheinungen erklären. Wenn ein Mensch oder ein Thier ins Wasser fällt, und ertrinkt, so steigt der todte Körper nach einigen Tagen in die Höhe, und schwimmt auf der Oberfläche. Auf den Stillestand aller Säfte u. s. f. folgt bald eine faulige Gährung, welche den Körper zerstört und zersetzt. Diese Fäulung entwickelt eine große Menge Luft, die sich zwischen

den flüssigen Theilen befindet, und da diese Luft nicht entweichen kann, so schwellt sie den Körper auf, bis er spezifisch leichter als Wasser geworden ist, wo er dann bis zur Oberfläche steigt, und auf derselben schwimmt. Die Fäulung schreitet unterdessen fort, die Theile bersten, und wenn die Luft entwichen ist, sinkt der Körper wieder unter. Gleichwohl trägt es sich öfterer zu, daß noch im Verfolge der Auflösung frische Luft erzeugt wird, und dann steigt der Körper, je nachdem diese Veränderungen erfolgen, wechselsweise auf und ab.

Der Druck der Luft ist die erste große Quelle ihrer Wirkungen; ihre Elastizität ist die zweite. Vermöge dieser werden, wenn sie in die Poren der Körper eingedrungen, ihre Partickelgen in beständiger Oscillation erhalten; denn da der Grad der Wärme, die Schwere und Dichtigkeit der Luft, und folglich ihre Ausdehnung und Elastizität, keinen Augenblick lang einerlei bleiben, so muß eine ununterbrochene Zusammenziehung und Ausdehnung in allen Körpern statt finden.

Diese Abwechselung kann in verschiedenen Fällen beobachtet werden, besonders an Pflanzen, wo, so wie sich die darin enthaltene Luft wechselsweise je nach der Zunahme oder Abnahme der Wärme ausdehnt und zusammenzieht, ein abwechselnder Druck auf die Gefäße erfolgt, wodurch also die Säfte derselben in beständiger Bewegung erhalten werden.

Aus dem nämlichen Grunde zersprengt die in den Blasen des Eises enthaltene Luft durch ihre beständige Wirksamkeit das Eis, so wie zufolge der nämlichen Ursache sie auch an den Erscheinungen der Gährung und Fäulung einen vorzüglichen Antheil hat.

An heitern sonnichten Tagen werden Sie oft bemerkt haben, daß die Gegenstände in der Natur in einer zitternden Bewegung zu seyn scheinen; dies schreibt man insgemein dem Aufsteigen der Dünste zu, allein ein wenig Ueberlegung wird Ihnen sogleich sagen, daß dieses allein von der wechselseitigen Ausdehnung und Zusammenziehung der Luft herrührt.

Eben so scheint die Luft gleichfalls nicht weniger auf die glatte Oberfläche der Blätter, und auf die Rinde des Schafts der Pflanzen zu wirken. An einem Orte, wo die Luft nicht beständig durch frische erneuert wird, schießt der Stengel zu einer außerordentlichen Länge auf, und bleibt sehr schwach, die Blätter suchen sich weit zu verbreiten, es findet keine Beschwängerung in den Blüthen statt, die erforderlichen Säfte werden nicht zubereitet, und die ganze Pflanze geht ein.

Man hat verschiedene Muthmaßungen vorgebracht, und Hypothesen erdacht, um die Elastizität der Luft zu erklären. Einige haben die Luft mit aufgewundenen Uhrfedern oder rund zusammengelegten Reifen verglichen, welche, wenn das, was auf sie wirkt, nachläßt, von selbst wieder in die vorige Gestalt oder den vorigen Raum sich begeben. Andere haben sie mit Wollflocken verglichen: Begriffe, welche gar nicht zur Erklärung dieses Phänomens dienen und wahrscheinlich ohne allen Grund sind. Bei diesen Voraussetzungen scheint man auf den Gegenstand der Untersuchung gar keine Rücksicht genommen zu haben, da man vielmehr annehmen kann, daß die Ursache der Elastizität nicht in der Form, sondern in einer besondern Beschaffenheit der Materie liege. Ein Stück Blei mag man genau so wie eine Uhrfeder aufrollen, es wird dadurch nimmermehr elastisch werden. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß diese Eigenschaft von irgend etwas

andern, als von der Form und der Gestalt der Theilgen herrühre. Noch andre haben die Elastizität der Luft einer zurücktreibenden Kraft in den Partickelgen zugeschrieben, allein auch diese Auflösung scheint ebenfalls nicht im geringsten die Schwierigkeit zu heben, da hiermit nichts mehr gesagt ist, nur mit andern Worten, als daß die Partickelgen sich trennen; nun ist aber diese Trennung oder Zurückstoßung eben das Phänomen oder Faktum, dessen Ursache erforscht werden soll, denn die sich ausdehnende oder trennende Kraft wird von allen zugestanden.

Sie waren über die außerordentliche Elastizität erstaunt, welche das Feuer dem Wasser mittheilt, als Sie die Dampfmaschine sahen, welche von den Herrn Watts und Bolton in des Herrn Whitbread's Brauerei errichtet worden. Der Dampf des kochenden Wassers ist eben so elastisch als die Luft. Die Kraft dieses Dampfes kann beinahe bis auf jeden Grad in Papin's Digestor vermehrt werden. Seine Gewalt ist unglaublich, und ohne gehörige Vorsorge würde er das stärkste Gefäß zersprengen. Hier ist es sichtbar das Feuer, welches den Dampf elastisch macht. Es ist daher nicht ganz unwahrscheinlich, wenn man annimmt, daß das Feuer eine Ursache der Elasticität der Luft sey. Vielleicht werden wir der Wahrheit selbst nicht mehr fern seyn, wenn wir mit Boerhave sagen, daß die wirkende Kraft in der Luft, welche so große Dinge erzeugt, ganz von dem Feuer herstamme, welches darin enthalten ist.

Indessen wollen wir keinesweges auf Muthmaßungen rechnen, sondern mehr zu Versuchen selbst übergehen. Ich nehme diese Blase, welche halb mit Luft gefüllt und am Halse dicht zugebunden worden ist, und halte sie jetzt nahe an ein Feuer, wo sie sogleich aufschwellt; je näher ich sie dem Feuer bringe, und je länger ich sie daran

halte, desto mehr wird die Blase aufgetrieben, indem die Elastizität der eingeschloßnen Luft sich so vermehrt, als die Wirkung des Feuers sich verstärkt. Da ein großer Grad des Feuers der nämlichen Menge Luft mehr Elastizität mittheilt als ein geringer Grad, so scheint dieses Element dieser Eigenschaft die Richtung zu geben, und die physische Ursache derselben zu allen Jahreszeiten zu seyn. Daß das Feuer die Kraft ist, wodurch die Luft in beständiger Bewegung erhalten wird, sieht man auch vermöge des Thermometers des Drebellius.

Gegen diese Theorie hat man indeßen einen Einwurf gemacht, den wir hier beantworten müssen: die Blase wird nemlich, wenn man einen Theil der sie umgebenden Luft hinwegnimmt, sich eben so sehr ausdehnen, als ob sie an das Feuer gehalten würde. Wäre nun Feuer die unmittelbare Ursache des Zurückstoßes, warum, fragte man weiter, wird die Repulsion vermehrt, wenn die Wärme einerlei bleibt? Die Antwort ist sehr leicht: die Wärme in dem Recipienten ist die nämliche wie in der ihn umgebenden Luft; diese Wärme ist zur Absicht hinreichend, und muß nothwendig die Wirkung erzeugen, wenn der Druck der Luft entzogen wird.

So lange der Recipient mit Luft erfüllt ist, die sich mit derjenigen in der Blase in einerlei Zustande befindet, so wirken zwei ganz gleiche Kräfte gegen einander; die Luft in der Blase ist nach dem gegenwärtigen Wärmegrad der Atmosphäre elastisch, und eine gleich elastische Luft drückt mit gleicher Kraft auf die äußere Oberfläche der Blase, so daß, so lange sich nichts ändert, alles in Ruhe bleiben wird. Auch wird die Wirkung die nemliche seyn, ob man der innern Seite mehr Wärme giebt, oder einen gleichgroßen Grad des Widerstands von der Außenseite wegnimmt: eine Ver-

dünnung muß bei jeder solchen Veränderung erfolgen, denn den Widerstand von der Außenseite der Blase wegnehmen, ist eben soviel, als eine größere Kraft des ausdehnenden Feuers innerhalb bringen. Verschiedene Versuche im Verfolge dieses Werks werden diese Meinung noch mehr bestätigen, und es scheint keinen Versuch zu geben, welcher bewiese, daß Elasticität in der Luft unabhängig von Feuer wäre.

Die elastische Kraft der Luft ist stets gleich der Kraft, womit sie zusammen gedrückt wird, denn wäre sie geringer, so ist offenbar, daß sie nachgeben und mehr zusammengedrückt werden würde; wäre sie größer, so würde sie es weniger seyn; Wirkung und Gegenwirkung sind sich allezeit gleich. Die elastische Kraft des kleinen Theils Luft, die wir einathmen, ist also gleich dem Gewichte des aufliegenden Theils der Atmosphäre; und dieses Gewicht ist die Kraft, welche sie in den ihr eigenen Gränzen hält. Daher ist denn auch die Luft immer mit sich selbst im Gleichgewichte, was sie mit andern Flüssigkeiten gemein hat. Eine durch das doppelte Gewicht der Atmosphäre zusammengedrückte Luft wird die Hälfte des Raums einnehmen, als sie vorher nöthig hatte, durch ein vierfaches Gewicht zusammengedrückte, den vierten Theil des Raums, und so in geometrischer Progression weiter, angenommen, daß die Wärme immer die nämliche bleibt.

Um diese Gesetze in Rücksicht der Elastizität der Luft zu erläutern, wollen wir diese gebogene Röhre nehmen, deren kleinerer Schenkel zugeschmolzen ist, Taf. IV. Fig. 1. Ich halte sie jetzt mit der Krümmung unterwärts, und gieße so viel Quecksilber in die Röhre, daß genau der horizontale Theil angefüllt wird, um die Luft in dem kleinern Schenkel einzuschließen. Sie werden leicht einse-

hen, daß in diesem Falle die Luft in dem kleinern Schenkel durch kein andres Gewicht gedrückt werden kann, als durch den gemeinen Druck der Atmosphäre. Ich will jetzt mehr Quecksilber in den längern Schenkel gießen, welches denn die Luft in dem kürzern mehr zusammendrücken, und sie in einen kleinern Raum einschließen wird. Gießt man nun immer mehr Quecksilber in diesen längern, so findet man, daß der Raum, in welchen die Luft in dem kürzern Schenkel zusammengedrängt ist, zu dem Raume, den sie vorher bei dem atmosphärischen Drucke einnahm, sich verhält, wie der atmosphärische Druck zu dem nämlichen Drucke nebst dem Gewichte des zugegossenen Quecksilbers. Mit andern Worten; durch Vermehrung der Menge Quecksilber wird auch zugleich die Dichtigkeit vermehrt, und man hat gefunden, daß der Raum, in welchen die Luft durch verschiedene Gewichte verdichtet wird, umgekehrt sich verhalte wie diese Gewichte, oder ihre Dichte verhält sich wie die zusammendrückende Kraft. Wenn wir sagen, daß sie sich umgekehrt verhalte wie die zusammendrückende Kraft, so verstehen wir darunter, daß der Raum in dem nämlichen Verhältnisse vermindert werde, in welchem die Kraft verstärkt wird. Eine doppelte Kraft verdichtet also die Luft um die Hälfte des Raums, eine dreifache Kraft um den dritten Theil des Raumes, den sie vorher einnahm; im Gegentheil verstattet auch die halbe Kraft, daß die Luft sich in einen doppelt so großen Raum und der dritte Theil derselben, daß sie sich in einen dreifach so großen Raum verbreitet, als sie vorher einnahm.

Nach dem, was ich hier erwähnt habe, scheint es beinah unnöthig zu seyn, erst anzumerken, daß jemehr die Luft zusammengedrückt wird, desto dichter und schwerer sie werde, da es einleuchtend ist, daß eine gegebene Menge Luft, die in der Hälfte des Raums, welchen sie gewöhn-

lich einnimmt, eingeschlossen ist, zweimahl so dicht, und folglich zweimahl so schwer werden muß, als sie vorher war, und daher auch gegen die Bewegung der Körper einen nach diesem Verhältniß größern Widerstand äußern wird.

Von der Höhe der Atmosphäre.

Nachdem ich Ihnen gezeigt, daß die Federkraft oder die Elastizität der Luft sich verhält, wie die Kraft, womit sie zusammengedrückt wird, und die Dichte sich ebenfalls verhält wie die genannte Kraft, indem der Raum, den die Luft einnimmt, jederzeit in einem wechselseitigen Verhältnisse gegen diese Kraft steht, so sehen wir uns im Besitz einiger Thatsachen, und können nun Untersuchungen sowohl in Rücksicht der Gränzen anstellen, zu welchen die Atmosphäre sich erhebt, als auch über den Grad ihrer Verdünnung in verschiedenen Höhen von der Oberfläche der Erde; Gegenstände, welche seit der Entdeckung des atmosphärischen Drucks die Aufmerksamkeit der Mathematiker auf sich gezogen haben, die gern jeden Gegenstand verfolgen, wo bloß Berechnungen anzustellen sind, welche zwar zuweilen zu Berichtigungen dienen, selten aber vollen Aufschluß geben können.

Diese Untersuchung begann man schon bald nachdem mittelst der Torricellischen Röhre entdeckt worden war, daß die Luft eine Substanz sey, welche drücke. Zunächst entdeckte man, daß eine Luftsäule, deren Grundfläche einen Quadratzoll beträgt, und deren Höhe gleich der Höhe der ganzen Atmosphäre, 15 Pfund schwer seyn müsse, so wie daß das Gewicht der Luft zu demjenigen des Quecksilbers sich verhalte wie 1 zu 10,800; woraus man denn folgerte, daß wenn das Gewicht der Atmosphäre hinreichend

sey, eine Quecksilbersäule von einer Höhe von 30 Zoll zu tragen, die Höhe der Luftsäule 10,800 mahl so viel betragen, und folglich etwas mehr als fünf Meilen hoch seyn müsse.

Indessen hat man freilich bald eingesehen, daß man diese Berechnung nicht aufs strengste nehmen müsse; denn da die Luft eine elastische Flüssigkeit ist, so müssen nothwendig die obern Theile sich in ein ungleich größeres Volumen ausbreiten, und so die erwähnte Berechnung sehr unzuverläßig machen. Durch Versuche, die in verschiedenen Ländern sind angestellt wordon, hat man gefunden, daß die Räume, welche eine gegebne Menge Luft einnimmt, sich verhalten wie die Gewichte womit sie zusammen gedrückt wird. Solchemnach müssen bei Berechnung der Höhe des Luftkreises gewisse Abrechnungen gemacht werden. Wenn wir die Höhe der ganzen Atmosphäre in unzählbare gleiche Schichten getheilt annehmen, so verhält sich jeder Dichtigkeit wie ihre Masse; da nun das Gewicht der ganzen aufliegenden Atmosphäre sich gleichfalls wie ihre Masse verhält, so ist offenbar, daß das Gewicht der aufliegenden Luft sich an jeder Stelle verhalte, wie die Masse in dem unterliegenden Theile. Es findet daher zwischen den Gewichten jeder zwei an einander stoßenden Luftschichten ein Unterschied statt. Zufolge eines geometrischen Lehrsatzes, nach dem die Differenzen der Größen in einem geometrischen Verhältnisse zu den Größen selbst stehen, ergiebt sich, daß diese Größen in einem steten arithmetischen Verhältnisse sich befinden; wenn daher diesem Gesetze gemäß, die Höhen der Luft durch Zusetzung neuer Theile, in welche sie getheilet worden, in einer arithmetischen Reihe wachsen, so wird ihre Dichtigkeit in einem steten geometrischen Verhältnisse vermindert, oder welches einerlei ist, die Dichten der Luft nehmen in geometrischer Progression ab, wenn die Höhen der Stellen in arithmetischer Reihe wachsen.

Aus einer solchen Reihe, wenn man zwei oder drei barometrische Beobachtungen anstellt, und die Dichtigkeit der Atmosphäre in zwei oder drei verschiedenen Stellen untersucht, ist es nun leicht, ihre absolute Höhe, oder ihre Verdünnung in irgend einer gewissen Höhe zu bestimmen. Nach diesem Plane wurden denn nunmehr auch Berechnungen angestellt; allein da man fand, daß die barometrischen Beobachtungen keinesweges der Dichtigkeit entsprachen, welche, zufolge anderen Beobachtungen, doch eigentlich die Luft haben sollte, so ließ es sich nunmehr nicht unwahrscheinlich vermuthen, daß die obern Theile der atmosphärischen Regionen keinesweges den nämlichen Gesetzen unterworfen wären, wie die untern. Die Physiker nahmen daher ihre Zuflucht zu einem andern Verfahren, um die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen, sie berechneten nämlich die Höhe, in welcher die Strahlen der Sonne zurückgeworfen werden, um uns sichtbar zu werden, ehe noch die Sonne selbst am Horizonte gesehen wird. Vermöge dieses Verfahrens fand man, daß in einer Höhe von 45 Meilen die Atmosphäre die Sonnenstrahlen nicht mehr reflektire, und daß folglich über diese Entfernung hinaus entweder ein ganz leerer Raum sey, oder irgend etwas, worauf weiter keine Rücksicht genommen werden könne.

Diese Theorie ward bald allgemein angenommen, und man sprach jetzt von der Höhe der Atmosphäre so zuversichtlich, wie etwa von der Höhe eines Berges. Indessen machen gewisse Erscheinungen in dieser Rücksicht wichtige Einwürfe, die auch bis gegenwärtig noch nicht gehoben worden sind, z. B. die Erscheinungen gewisser Meteore, als Feuerkugeln u. s. f., die nicht selten in außerordentlichen Höhen über der Erde gesehen worden sind. Besonders merkwürdig war diejenige, welche Dr. Halley im Monat März 1719 beobachtete, deren Höhe er zwischen 69 und $73\frac{1}{2}$ englische Meilen berechnet hat: der Durchmesser

dieser Feuerkugel betrug 2800 Yards, oder über $1\frac{1}{2}$ Meile, und ihre Geschwindigkeit ohngefähr 350 Meilen in einer Minute. Außer dieser sind zu verschiedenen Zeiten mehrere Erscheinungen dieser Art, deren Höhe und Geschwindigkeit noch größer gewesen, beobachtet worden. Die merkwürdigste darunter ereignete sich den 18ten August 1783. Der Abstand derselben von der Erde betrug gegen 90 Meilen, und der Durchmesser dieser Kugel konnte gleichfalls nicht geringer als der erst erwähnten seyn, indeß zu gleicher Zeit ihre Geschwindigkeit mehr als 1000 Meilen in einer Minute betrug. Feuerkugeln, dem Ansehen nach diesen erwähnten vollkommen gleich, aber ungleich kleiner, sind sehr oft an der Erdfläche hingehend beobachtet worden. Von dieser Art war diejenige, welche am Bord des Montague den 4ten November 1749 gesehen wurde, und ohngefähr so groß als ein Mühlstein erschien; sie zersprang mit einem heftigen Knall.

Aus analogischen Gründen scheint es indessen sehr wahrscheinlich zu seyn, daß die Lufterscheinungen, welche unter einer so großen Höhe in der Luft zum Vorschein kommen, nicht wesentlich von denjenigen verschieden sind, welche gleich der erwähnten Feuerkugel an der Erdfläche beobachtet werden. Die verwirrenden Umstände in Rücksicht der erstern sind, daß unter den erwähnten großen Höhen die Atmosphäre nicht Dichtigkeit genug haben könnte, um eine Flamme zu unterhalten, oder den Schall fortzupflanzen; indessen folgen auf solche Meteore insgemein eine oder mehrere Explosionen, auch hat man bei einigen ein zischendes Geräusch bemerkt, als sie über den Ort, aus welchen man sie sah, weg flogen. Die Lufterscheinung im Jahr 1719 war nicht nur außerordentlich helle, so daß selbst einen kurzen Zeitraum hindurch die Nacht in Tag verwandelt wurde, sondern machte auch eine so heftige Explosion, die durch ganz Britannien

gehört wurde, und nicht nur die Atmosphäre, sondern selbst die Erde zu erschüttern schien. Auch diejenige vom Jahr 1783, obschon ungleich höher als erstere, war mit Explosionen begleitet, und nach der Aussage verschiedener Personen, hörte man zugleich ein zischendes Geräusch, so wie sie in der Luft über uns wegflog. Dr. Halley gestand, daß er nicht im Stande sey, diese Umstände mit der angenommenen Theorie von der Höhe der Atmosphäre zu vereinigen, da in denjenigen Regionen, in denen sich diese Lufterscheinung ereignete und bewegte, die Luft um 300,000mal dünner, als diejenige, welche wir athmen, folglich beinahe ein vollkommen leerer Raum seyn müsse.

Bei der Lufterscheinung vom Jahr 1783 ist die Schwierigkeit noch größer, da sie noch 20 Meilen höher in der Luft sich ereignet zu haben scheint. Dr. Halley wagt zwar die Muthmaßung, daß die außerordentliche Größe solcher Körper zum Ersatz für die Feinheit des Medium, worin sie sich bewegen, diene; ob dieß aber der Fall gewesen, oder nicht, kann nicht mit Gewißheit behauptet werden, da wir so wenig Gründe haben, worauf wir fußen können. Die größte Schwierigkeit findet sich, wenn man die außerordentliche Helle des Lichts erklären soll. Erscheinungen dieser Art werden zwar höchst wahrscheinlich der Elektrizität zugeschrieben, allein dadurch ist die Schwierigkeit noch immer nicht gehoben; denn wenn auch das elektrische Feuer mit großer Leichtigkeit durch den leeren Raum unsrer gewöhnlichen Luftpumpen geht, so erscheint es doch in diesem Falle nicht in hellen begränzten Funken wie in der freien Luft, sondern vielmehr in langen Strömen, wie der Nordschein. Aus einigen neuern Versuchen des Herrn Morgan ließe sich sogar schließen, daß das elektrische Fluidum nicht durch einen vollkommen leeren Raum gehen könne. Wäre dieß der Fall, so müßten nothwendig diejenigen Regionen, von denen wir hier reden,

kein so vollkommen leerer Raum seyn, als durch Kunst hervorgebracht werden kann; indessen es sey dieß der Fall oder nicht, so beweist doch immer der außerordentliche Glanz des Lichts, daß ein Fluidum in diesen Regionen vorhanden war, welches die elektrische Materie eben so sehr zusammenhalten und verdichten konnte, als es die Luft auf der Oberfläche der Erde thut, denn die Helle dieser Lufterscheinungen kann, wenn wir ihre Entfernung überlegen, nicht geringer angenommen werden, als diejenige der hellesten Blitze. *)

Es scheint daher, daß die absolute Höhe der Atmosphäre gegenwärtig noch lange nicht hinreichend bestimmt sey. Der Anfang und das Ende der Dämmerung zeigt zwar, daß die Höhe, wo die Atmosphäre anfängt das Sonnenlicht zurück zu werfen, ohngefähr 44 bis 45 englische Meilen betrage. Indessen diese Höhe kann wahrscheinlich nur diejenige seyn, bis zu welcher wäßrige Feuchtigkeiten geführt werden; denn es läßt sich mit ziemlich wahrscheinlichen Gründen voraussetzen, daß die Lichtstrahlen bloß durch die wäßrigen Dünste, die sich in der Atmosphäre befinden, zurückgeworfen werden, **), und daß da, wo dieses nicht mehr geschieht, sie noch immer vermögend sey, das elektrische Feuer zusammen zu halten, und so helle und stark darzustellen, als es auf der Oberfläche

---

*) Ich empfehle über diesen Gegenstand besonders Dr. Chladni über den Ursprung der von Pallas gefundenen, und anderer ihr ähnlichen Eisenmassen (Leipz. 1794) nachzulesen, wo in Rücksicht der Geschichte und Theorie der Feuerkugeln sehr schätzbare Beiträge vorkommen. G.

**) Oder eigentlich der dichtere Theil der Atmosphäre, wo eine auffallende Brechung der Lichtstrahlen möglich ist. G.

der Erde der Fall ist. Daß der Luftkreis sich ungleich höher erstrecke, erhellet aus den bereits erwähnten Lufterscheinungen, denn alle diese bewegten sich ohne Zweifel zugleich mit der Atmosphäre, sonst müßte die im Jahr 1783 ungefähr eine Minute lang gesehene Feuerkugel von der Erde, die auf ihrem jährlichen Laufe um die Sonne unter ihr wegflog, 1000 Meilen westwärts gelassen worden seyn.

Ich kann diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne Ihnen noch vorher die Ideen des Dr. Horsley, Bischofs von St. David, vorzulegen. Schon daß sie von diesem Manne herrühren, ist hinreichend, sie der Aufmerksamkeit zu würdigen; aber Sie werden auch durch den männlichen und kraftvollen Ausdruck belohnt werden, der diesen würdigen Bischof vorzüglich charakterisirt. „Ich weiß nicht, sagt er, warum die Mathematiker eine Unendlichkeit der Atmosphäre der Erde anzunehmen fürchteten; ob sie fürchteten, es streite mit der Newtonschen Lehre vom leeren Raume, oder daß hieraus eine Unendlichkeit der Materie folge? Allein keine von diesen beiden Folgerungen ist zu fürchten; denn weder die Erscheinungen der Natur, noch die Grundsätze der Newtonschen Philosophie verlangen, daß irgendwo eine absolute Leere in dem Universum sich befinde, oder daß die ganze materielle Welt von einem endlichen Raume begränzt werde. Eine zerstreute Leere ist zu allen Absichten hinreichend. Auch folgt aus der Hypothese von einer unendlichen Menge endlicher Massen noch keinesweges eine absolute Unendlichkeit der Materie, und eine unbestimmte Menge bestimmter Massen ist alles, was der Begriff eines dünnen elastischen Fluidum, das durch einen unendlichen Raum zerstreuet ist, in sich schließt. Es giebt in der That keine Erfahrungen, aus denen irgend große Höhen der Atmosphäre unbezweifelt durch Versuche gefolgert werden können; allein ich behaupte auch, daß es

überhaupt keine Erfahrungen giebt, aus denen die Annahme ihrer unendlichen Höhe auf dem nämlichen Wege widerlegt werden könne; und diese Behauptung muß um so wahrscheinlicher erscheinen, als die gegenseitige, da sie die Folgerung von einer Theorie ist, die noch in keinem Falle getrogen hat."

„Wenn die Atmosphäre der Erde bis zu unendlichen Höhen unter einer bestimmten Dichtigkeit reicht, so werden die Atmosphären des Jupiters, und jedes andern Planeten, gleichfalls bis zu endlichen Höhen über die Oberfläche des Planeten unter bestimmter Dichtigkeit sich erstrecken. Die Atmosphäre eines jeden Planeten wird daher bis zur Oberfläche jedes andern Planeten, und bis zur Oberfläche der Sonne sich erstrecken, so wie auch die Atmosphäre der Sonne bis zu den Oberflächen aller jener Körper reichen wird. Alle diese Atmosphären werden sich unter einander vermischen, und eine gemeinschaftliche Atmosphäre des ganzen Systems bilden. Diese gemeinschaftliche Atmosphäre des Systems wird unendlich verbreitet seyn, da die besondern Atmosphären, aus denen sie besteht, es für sich schon sind. Sie wird daher zu jedem Fixstern reichen; und aus dem nämlichen Grunde wird diejenige eines jeden Fixsterns den Zentralkörper unsers Systems und eines jeden andern Systems erreichen; die Atmosphäre aller Systeme wird sich vermischen; das Universum wird eine gemeinschaftliche Atmosphäre haben, ein feines elastisches Fluidum, welches durch einen unendlichen Raum geht, und wenn es nahe an der Oberfläche irgend einer größern Masse von Materie verdichtet wird, vermöge der Schwerkraft gegen diese Masse die besondere und eigene Atmosphäre derselben bildet.

Von Hypothesen.

In dem historischen Theile der vorhergehenden Vorlesung kommen verschiedene Erfahrungen vor, die, wenn sie aufmerksam erwogen werden, mannichfaltigen Nutzen versprechen. Sie haben gesehen, wie lange bloße Muthmaßung statt Kenntniß galt, und mit welcher Hartnäckigkeit man daran hielt. Muthmaßungen können zu Meinungen führen, allein nie werden sie eigentliche Kenntniß gewähren. Naturphilosophie muß sich ganz auf Erscheinungen der Natur gründen, die durch Beobachtung und Versuche entdeckt worden sind.

Muthmaßungen in der Philosophie nennt man Hypothesen oder Theorien; und die Erfindung einer Hypothese, die sich auf einige leichte Wahrscheinlichkeit gründet, um verschiedene Erscheinungen in der Natur zu erklären, ist nur zu oft als das höchste Lob und Verdienst eines Philosophen angesehen worden. Wenn die Hypothese den gehörigen Zusammenhang hat, mit lebhafter Einbildungskraft ausgeschmückt ist, und zu Erklärung gemeiner Erscheinungen dient, so wird sie von vielen angesehen, daß sie alle Eigenschaften besitze, die sie zur unbedingten Annahme berechtigen, und alles erfülle, was von einem philosophischen System gefordert werden könne.

Männer von lebhaftem Geiste sind so geneigt, Hypothesen zu erfinden, als andre es sind, sich dabey zu beruhigen, und sie für das äußerste anzusehen, was nur menschliche Verstandeskräfte in der Philosophie erreichen können. Es ist daher für die Fortschritte wahrer Kenntnisse von der größten Wichtigkeit, daß man einen hellen und deutlichen Begriff von der Beschaffenheit philosophischer Hypothesen habe, und ihnen ihren gehörigen Werth beizulegen wisse.

Obschon einige Muthmaßungen sehr große Wahrscheinlichkeit für sich haben können, so liegt es doch immer in der Natur der Muthmaßung selbst, daß sie unsicher sey. In jedem Falle muß der Beifall, den wir zollen, dem Grade der Evidenz angemessen seyn: denn fest zu glauben, was nur einen geringen Grad der Wahrscheinlichkeit für sich hat, ist offenbarer Mißbrauch unsers Verstandes. Ob wir nun aber schon in verschiedenen Fällen sehr wahrscheinliche Muthmaßungen in Rücksicht menschlicher Werke bilden können, so hat doch dagegen jede Muthmaßung, die wir in Rücksicht der Werke Gottes wagen können, so wenig Wahrscheinlichkeit, als die Muthmaßungen eines Kindes in Rücksicht der Werke eines Mannes.

Die Weisheit Gottes übersteigt diejenige des weisesten Mannes ungleich mehr, als die Weisheit des Mannes diejenige des Kindes übertrifft. Wenn ein Kind muthmaßen wollte, wie eine Armee am Tage einer Schlacht gestellt, wie eine Stadt befestiget, oder ein Staat regieret werde; würde es wohl so glücklich seyn, es zu treffen? Eben so wenig hat der weiseste Mann vor sich, wenn er bloß muthmaßen will, wie die Planeten sich in ihrem Laufe bewegen, woher die Ebbe und Fluth rühre, und wie unsre Seelen auf unsre Körper wirken.

Sollten Tausende der scharfsinnigsten Köpfe, die je die Welt hervorgebracht hat, ohne vorgängige anatomische Kenntniß sich hinsetzen und auszumitteln suchen, wie und durch welche innere Organe die verschiedenen Funktionen des menschlichen Körpers geschehen, wie das Blut seinen Umkreis vollende, und die Glieder sich bewegen; gewiß, sie würden in tausend Jahren vielleicht nicht einen Umstand so darstellen, wie er wirklich ist.

Von allen Entdeckungen, welche in Rücksicht der innern Natur des menschlichen Körpers geschehen sind, ist keine

durch bloße Muthmaßung geschehen. Genaue Beobachtungen der Zergliederer haben ein Licht über die unzählbaren Künste in dem Baue dieser wunderbaren Maschine verbreitet, welche wir als so besonders geschickt zu den verschiedenen Absichten bewundern müssen. Aber der scharfsinnigste Physiologe hat sich vielleicht dieselben nicht träumen lassen, ehe sie entdeckt worden, dahingegen unendliche Muthmaßungen in den verschiedenen Zeitaltern in Rücksicht des Baues des menschlichen Körpers gebildet, alle aber durch Beobachtungen in der Folge als falsch befunden, und keine einzige bestätigt worden ist.

Was wir von dem innern Baue des menschlichen Körpers hier erwähnt haben, kann mit gleichem Rechte auch von jedem andern Theile der Werke Gottes gesagt werden, in welchem irgend eine wahre Entdeckung geschehen ist; solche Entdeckungen sind jederzeit bloß durch unermüdete Beobachtungen, durch genaue Versuche, oder durch Schlußfolgerungen geschehen, die man durch strenges Nachdenken aus Beobachtungen und Versuchen gezogen, welche noch jederzeit statt die von sinnreichen Köpfen ausgedachten Theorien zu bestätigen, sie vielmehr widerlegt haben. Wenn wir auf den Zustand der Philosophie in den verschiedenen Zeitaltern zurückblicken, so werden wir aus der Geschichte jeder Zeitperiode lernen, daß insoweit als die Philosophen die Natur zu Rathe zogen, und Beobachtungen anstellten, sie Fortschritte in der Wahrheit machten, und daß hingegen, so wie sie ohne dieselben Systeme aufbauten, sie bloß zu Streitigkeiten Veranlassung gegeben haben.

Die schönsten Produkte der menschlichen Kunst stehen unendlich weit unter den geringsten Werken der Natur. Der größte Künstler ist nicht im Stande eine Feder oder ein Baumblatt zu machen: menschliche Kunst

wird nie mit der göttlichen in Vergleichung kommen. Muthmaßungen und Hypothesen sind Werke des Menschen, und stehen in Verhältniß mit der Fähigkeit und der Einsicht des Erfinders, so daß sie immer den Werken Gottes sehr unähnlich seyn werden, die zu entdecken das Geschäfte der Philosophie ist.

Die erste Regel zu philosophiren, wie sie der große Newton gegeben, ist diese: Nicht mehr Ursachen, noch andre Ursachen natürlicher Wirkungen müssen zugelassen werden, als nur solche, die beides wahr und hinreichend sind, ihre Erscheinungen zu erklären. Dies ist eine goldene Regel; sie ist der wahre und sichre Probierstein, wodurch das, was wahr und richtig in der Philosophie ist, von dem unterschieden werden kann, was ohne Grund und falsch ist.

Wenn daher ein Philosoph vorgiebt, Ihnen die Ursache irgend einer natürlichen Wirkung zu erklären, es betreffe nun Materie oder Geist; so müssen sie vor allen Dingen bedenken, ob es hinreichend wahrscheinlich ist, daß die Ursache, die er angiebt, auch in der That existire. Ist dies nicht der Fall, so müssen sie solche mit Verachtung und als eine Erdichtung verwerfen, die in der reinen wahren Philosophie keinen Platz zu haben verdient. Existirt die Ursache wirklich, so überlegen sie zunächst, ob die Wirkung, die sie erklären soll, nothwendig daraus folge. Finden diese zwei Bedingungen nicht statt, so hilft sie unsrer Kenntniß nicht im geringsten auf.

Beobachtet man diese Regel, so werden wir nicht in Gefahr seyn, bloße Muthmaßung anzuwenden, noch uns mit täuschenden Träumen der Einbildung, anstatt des wahren Zustandes der Dinge zu begnügen. Auch haben sie bereits in diesen Vorlesungen mehrere Beispiele

von der Gewalt des Vorurtheils auf unsern Geist gesehen. Hätte Bacon, Galilei, Torricelli oder Boyle den Einwendungen nachgegeben, die ihnen in Weg gelegt worden, oder sich mit den Muthmaßungen ihrer Vorfahren begnügt, so würden wir die Früchte ihrer Entdeckungen nie geerndet haben; Entdeckungen, welche dem menschlichen Geiste Ehre, und ihre Namen unsterblich machen.

Wahrheit in ihrer allumfassenden Quelle ist allgemein, unmittelbar, gleich und untrüglich. Der einzelne Stral derselben, der dem Menschen zu Theil geworden, weil seine schwache Natur nicht mehr zu tragen im Stande ist, ist partial, fortschreitend, verschieden, obschon unveränderlich: dieser Stral wird indessen durch Leidenschaften, Vorurtheile, Gewohnheiten und Laster zum Theil geschwächt, welches die Ursachen des Irrthums sind. Wahrheit, obschon bestimmt der Führer des Menschen zu seyn, wurde ihm gleichwohl nicht ohne Bedingung zugegeben, sondern in der Absicht mit Dunkelheit umhüllet und mit Schwierigkeit umgeben, damit sie so wie andre Geschenke des Himmels gesucht, und durch die verschiednen Kräfte und Anstrengungen des menschlichen Verstandes kultivirt werden möchte.

Lassen Sie sich die Maxime des einst berühmten Thomas Aquina empfohlen seyn: Hüte dich vor dem, der nur ein einziges Buch liest; ziehen sie die Weisheit derjenigen in Verdacht, die nur unter dem Schilde irgend eines großen Namens auf Erforschung der Wahrheit ausgehen. So groß ist indessen die Schwäche des Menschen, daß nicht selten diejenigen, die dieses Verfahren als thöricht verdammen, wenn von den Vorurtheilen die Rede ist, die ehedem zu Gunsten des Aristoteles oder Deskartes herrschten, sich beleidigt finden werden, wenn

die Anwendung auf sie selbst gemacht wird, und wenn man zeigt, daß selbst im gegenwärtigen Zeitalter das Ansehen eines großen Namens noch zu viel Gewalt und Einfluß habe. Ich hoffe indessen, Sie werden sich von keinem Ansehen blenden, noch durch irgend ein Vorurtheil von dem rechten Pfade abführen, sondern daß Sie stets durch die Wichtigkeit der Sache, die Deutlichkeit der Beobachtungen, die Richtigkeit der Folgerungen und die Stärke der Ihnen vorgelegten Beweisgründe sich werden bestimmen und leiten lassen.

Der niedrigste Beweis, der für irgend eine Lehre angeführt werden kann, ist die Meinung großer und berühmter Männer. Dieser Beweis ist von geringem Gewichte, weil die Vorurtheile verschiedener Menschen für Sachen und Personen, über deren Werth sie zu urtheilen nicht im Stande sind, sehr verschieden sind. In welchem Ansehen indessen die Meinungen einiger Philosophen oder philosophischen Sekten bei Andern stehen, oder je gestanden haben mögen; dieses Ansehen verdanken sie einzig und allein der zum voraus gesetzten Uebereinstimmung derselben mit Wahrheit, Vernunft und Natur.

Dritte Vorlesung.

In den vorhergehenden Vorlesungen bewies ich Ihnen, daß das feine und unsichtbare Element, die Luft, keineswegs von dem allgemeinen Gesetze der Schwere frei, sondern daß eben die Schwere derselben die Ursache verschiedener Erscheinungen sey. Ich habe vermöge dieses Grundsatzes deutlich und sehr natürlich verschiedene Erscheinungen erkläret, die nach irgend andern Grundsätzen nicht erkläret werden konnten. Ich habe Ihnen

die Beschaffenheit und Wirkungsart jenes nutzbaren Instruments, der Luftpumpe, gezeigt, und die Grundsätze angeführt, worauf sich der so bekannte Versuch des Torricelli gründet. Sie haben gesehen, daß die Luft mit einer beträchtlichen elastischen Kraft begabt ist, wodurch sie immerfort strebt, sich immer mehr auszubreiten und die Hindernisse zu heben, wodurch sie in gewisse Gränzen eingeschlossen wird, und daß sie diese Kraft um so stärker äußere, je dichter sie zusammen gedrückt wird, oder mit andern Worten, daß die Kraft, die sie anwendet, um ihre Freiheit zu erhalten, sich jederzeit verhalte wie ihre Dichtigkeit, oder die zusammendrückende Kraft. Aus alle dem, was sie bereits gesehen oder gehört haben, werden Sie ohne Zweifel ersehen haben, welches der Gegenstand und die Absicht der Naturphilosophie ist, daß sie nämlich ganz dahin gehe, die vornehmsten Erscheinungen der Natur zu beschreiben, ihre Ursachen zu erklären, die Verhältnisse der Erscheinungen zu diesen Ursachen, und ihre Abhänglichkeit von denselben auszuzeichnen. Indessen dient sie zugleich auch zu Absichten einer höhern Art, und wird Sie zur Kenntniß des Urhebers und Regierers des Universum führen, Ihnen die Billigkeit, Güte und Weisheit seiner Führung beweisen, indem Sie Ihnen zeigt, daß allgemeine Glückseligkeit die Hauptabsicht und Endursache der ganzen Schöpfung ist, und auch in dem Maße, als die Geschöpfe ihrer fähig sind, überall gefunden wird. Sie wird Ihnen zu gleicher Zeit zeigen, daß die verschiedenen Wirkungen in der Natur durch Mittel geschehen, die von allem menschlichen Rath und Führung unabhängig sind, durch keine menschliche Kraft und Ansehen herbei geführt werden können, und alle menschliche Fähigkeiten, sie zu ordnen, zu führen, oder zu Stande zu bringen, weit übersteigen. Sie werden ferner einige jener Gesetze entdecken, durch welche der höchste Gesetzgeber die Körperwelt regiert, und wodurch er sie in ungeschwächter Kraft,

und stets blühender Schönheit durch alle Zeitalter fort, zum Besten aller Wesen erhält, welche fähig sind, irgend einen Antheil an dem mannigfaltigen und verschiedenen Guten zu nehmen, woran sie so großen Ueberfluß hat.

Bey solchen herrlichen Aussichten darf ich auf Ihre unnachläßliche Aufmerksamkeit rechnen, und daß Sie sich auf keine Weise durch scheinbare Schwierigkeiten abschrekken lassen, sondern mir mit Vergnügen folgen werden, so wie ich alle Sorgfalt anwenden werde, Ihnen die Wirkungen der Natur mit allen ihren vielfachen Processen vor Augen zu legen.

Man hat unter den Physikern die Frage aufgeworfen, ob die elastische Kraft der Luft auf irgend eine Art zerstört oder vermindert werden könne: allein, alles scheint zu beweisen, daß ihre Elastizität beinahe als vollkommen anzusehen sey, weil eine Masse Luft, die durch irgend eine Kraft zusammengedrückt worden, sich von selbst wieder herstellt, sobald diese Kraft zu wirken aufhört, und zwar so vollkommen, daß sie das nämliche Volumen wieder erhält, als sie vor der Zusammendrückung hatte. Es giebt verschiedene Versuche, welche beweisen, daß diese Elastizität keiner Veränderung unterworfen ist, die Kraft der Zusammendrückung sey welche sie wolle, und daure so lange als man wolle: denn mit welcher Kraft man sie auch zusammendrückt, um sie in einen engern Raum einzuschließen, und wie lange man sie auch in diesem Zustande erhält, so verliert sie doch nicht das geringste von ihrer ursprünglichen Kraft. Boyle und Desaguiliers stellten verschiedene Versuche an, um zu entdecken, wie lange die Luft ihre Federkraft behalten würde, allein sie haben niemals eine merkliche Verminderung derselben gefunden. Roberval schloß die Luft in eine Windbüchse ein, und erhielt sie darin sechzehn Jahre lang, nach welcher Zeit er

fand, daß ihre Kraft sich auszubreiten noch die nämliche war, als wenn er sie so eben eingeschlossen hätte. Indessen muß ich aber doch hier noch bemerken, daß nach verschiedenen andern Versuchen unter gewissen Umständen die Elastizität der Luft eine Verminderung erleiden, und daß sie auch durch Beimischung einiger besondern Substanzen geschwächt werden könne.

Von der Verdünnung der Luft.

Wärme auf irgend eine Masse Luft angewendet, erzeugt doppelte Wirkungen: wenn sich nämlich die Luft ausbreiten kann, so wird sie dadurch verdünnt, oder die Wärme verursacht, daß sie einen größern Raum einnimmt; ist sie aber in einen bestimmten Raum eingeschlossen, so daß sie sich nicht weiter ausbreiten kann, so vermehrt die Wärme ihre Elastizität, und zwar um so mehr, als der Druck größer ist. Um Ihnen zu zeigen, daß die Wärme die nämliche Menge Luft einen größern Raum einnehmen läßt, will ich hier diese gläserne Röhre nehmen, welche an dem einen Ende zugeschmolzen, und beinahe durchaus von gleichem Durchmesser ist; ich tauche jetzt das zugeschmolzene Ende in kochendes Wasser, und halte es darin so lange, bis es einen solchen Grad der Wärme erreicht hat, als ihm das Wasser mitzutheilen im Stande ist. So nehme ich sie nunmehr heraus, und tauche das offene Ende in Quecksilber, was ich vorher erwärmt habe, um das Glas nicht zu zersprengen; Sie sehen, daß ich die Röhre beinahe in horizontaler Lage halte, und daß das Quecksilber in der Röhre nach Verhältniß steigt, als es selbst und die Luft innerhalb abkühlt: so wie es nun vollkommen kalt geworden, (nämlich bis zum Gefrierpunkte) so sehen Sie jetzt, daß ein Drittheil der gläsernen

Röhre mit Quecksilber angefüllt worden ist, zwei Drittheile aber Luft enthalten. Wollte ich jetzt alles zu dem Gefäße mit dem kochenden Wasser bringen, so würde die Wärme desselben die Luft wieder ausdehnen, und sie wieder die ganze Länge der Röhre einnehmen lassen. Aus diesem Versuche können Sie nunmehr folgende Folgerungen ziehen: 1) daß die Wärme das Volumen der Luft vergrößere; 2) daß eine Menge von der Schwere der Atmosphäre zusammengedrückter und durch die Eiskälte verdichteter Luft sich zum Volumen der nämlichen durch die Wärme des kochenden Wassers verdünnten Luft verhalte wie 2 zu 3.

Bei Wiederholung dieser Versuche werden Sie verschiedene Veränderungen bemerken, weil das Resultat zufolge des Drucks der Luft verschieden seyn wird, welcher, wie Sie wissen, beständig abändert. Feuchte Luft wird noch größere Abweichungen erzeugen. Die Wirkung einer sehr geringen Menge Feuchtigkeit kann mittelst eines sehr einfachen Versuchs bewiesen werden, den Sie überall ohne allen physikalischen Apparat wiederholen können. Man nehme in dieser Rücksicht ein leeres gläsernes Fläschchen, welches innerhalb sorgfältig getrocknet worden, kehre es in Wasser um, während dem es im Kochen ist, und lasse es darin verbleiben, bis Luft und Wasser vollkommen kalt geworden; Sie werden dann finden, daß das Fläschchen ohngefähr den dritten Theil mit Wasser angefüllt ist, welches solchemnach zum Beweise dient, daß so viele Luft vermittelst der Wärme ausgetrieben worden, und folglich die Luft in diesem Verhältnisse sich ausgedehnt hat. Allein, wenn man etwas Wasser hinein gießt, um die innere Seite der Flasche naß zu machen, so wird die Luft ganz ausgetrieben, und macht einen so vollkommen leeren Raum, daß, nachdem alles kalt geworden, die Flasche ganz mit Wasser angefüllt seyn wird.

Wärme verstärkt die Elastizität der Luft nach dem Verhältnisse des aufliegenden Drucks, wenn die Ausdehnung derselben verhindert wird. Man nehme eine gläserne Röhre, ohngefähr vier oder fünf Fuß lang, und etwa den zehnten Theil eines Zolls im Durchmesser, welche unten gebogen, und sich in eine schwache gläserne Kugel von ohngefähr fünf Zoll im Durchmesser endiget, und fülle sie mit gemeiner Luft; nunmehr gieße man so viel Quecksilber in die Röhre, daß der gebogene Theil derselben ganz voll werde; so lange nun die Röhre sich senkrecht befindet, so wird das Quecksilber in beiden Aermen der Röhre in gleicher Höhe stehen: es ist also offenbar, daß dieß nicht der Fall seyn könnte, wenn nicht ein gleicher Druck auf jedes Ende des Quecksilbers statt hätte, indem die Dichtigkeit der Luft innerhalb der Kugel das Gegengewicht für den Druck der Atmosphäre ist. Wir wollen jetzt annehmen, dieser Druck sey gleich einer Quecksilbersäule von 28 Zoll: taucht man nun die Kugel in kochendes Wasser, so wird das Quecksilber ungefähr $9\frac{4}{12}$ Zoll über den Punkt, wo es vorher stand, in dem längern Arme steigen, welches der dritte Theil von 28 Zoll ist. Wenn alles wieder kalt ist, so gieße man in die Röhre so viel Quecksilber, daß es eine Säule von 28 Zoll über der Fläche des darin schon befindlichen Quecksilbers bildet; die Luft in der Kugel trägt nunmehr folglich eine doppelte Atmosphäre: man tauche sie wieder in kochendes Wasser, wo das Quecksilber $18\frac{8}{12}$ Zoll über den Punkt gehoben wird, als es vor der Eintauchung stand: nun ist $18\frac{8}{12}$ der dritte Theil von 56 Zoll, als dem Druck, der von der Luft in der Kugel getragen wird; so daß diese Luft alsdann einer Quecksilbersäule von $74\frac{8}{12}$ Höhe das Gleichgewichte hält: nämlich der Schwere der Atmosphäre, 28 Zoll Quecksilber, und $18\frac{8}{12}$ Zoll, als wie weit es gehoben wurde. Aus diesem Versuche erhellet daher, 1) daß die Wärme die elastische Kraft der Luft nach dem Verhält-

nisse des aufliegenden Drucks vermehret; 2) daß die Wärme des kochenden Wassers die elastische Kraft der Luft um den dritten Theil des aufliegenden Drucks verstärket. Auf gleiche Art werden Sie auch finden, daß die Elastizität der Luft geschwächt wird, und daß sie sich in einen kleinern Raum zusammenzieht, wenn man die Kugel in kalte oder gefrierende Mischungen taucht.

Nach dem, was ich Ihnen vorgetragen habe, ist daher offenbar, daß der nämliche Grad der Wärme die Luft nach dem Verhältniß mehr ausdehne, als die drückende Kraft hinweg genommen wird. Wenn eine schlaffe Blase unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht, und die zusammendrückende Kraft durch Auspumpen vermindert wird, so dehnt sich die in der Blase enthaltene Luft aus, und treibt sie auf, so wie es geschehen würde, wenn die Blase der Hitze des Feuers ausgesetzt worden wäre. Sie können hieraus sehen, daß der leere Raum einer Luftpumpe viele mit dem wirklichen Feuer ähnliche Wirkungen erzeugt.

Ich muß hier noch zwei Umstände in Rücksicht des Versuchs mit der gebogenen Röhre und der Kugel anführen, da sie einigen Unterschied in den Resultaten verursachen: 1) da das Quecksilber, welches in dem längern Schenkel der Röhre aufsteigt, die Menge in dem kürzern vermindert, so läßt es der Luft mehr Raum sich auszubreiten. 2) Weil der Umfang oder die Größe der Kugel durch die Wärme des kochenden Wassers vermehrt wird, so gestattet dies der darin enthaltenen Luft gleichfalls mehr Raum sich auszubreiten, und vermindert mithin die Dichtigkeit derselben; die elastische Kraft kann also nicht so stark vermehrt werden, als es außerdem vermöge der Wärme des Wassers geschehen seyn würde. Ich erwähne hier dieser Umstände, um Ihnen zu zeigen,

mit welcher Sorgfalt und Vorsicht jede physikalische Untersuchung angestellt werden müsse, und daß man selbst auf die geringfügigsten Umstände Rücksicht zu nehmen habe; selbst die Unregelmäßigkeiten, welche bei Anstellung irgend eines Versuchs bemerkt worden, müssen angeführt werden, damit andre wissen, was sich ereignete, und was sie in dem Verfolge ihrer künftigen Untersuchungen zu erwarten haben können. Vervollkommungen jeder Art geschehen immer langsam und nach und nach; und ehe man nicht eine Sache in jedem möglichen Lichte gesehen hat, kann der Irrthum nicht entdeckt, der streitige Punkt nicht außer Zweifel gesetzt, und die Zweige der Physik, die auf Versuchen beruhen, der Vollkommenheit nicht näher gebracht werden.

Da Ihnen vielleicht verschiedene von den gemachten Versuchen von minderer Wichtigkeit scheinen, so will ich Ihnen nunmehr zeigen, welche Anwendungen sich von ihnen machen lassen und was für Vortheile die menschliche Gesellschaft davon ziehet, um Sie auf diese Art zu überzeugen, daß man selbst in den gewöhnlichen Geschäften des Lebens oft auf die Folgen Rücksicht nehmen muß, die daraus natürlich entspringen. Es ist eine vortrefliche Bemerkung eines verdienten Schriftstellers, daß Ereignisse, die außerhalb der gewöhnlichen Beobachtung liegen, anfangs eben so undeutlich gesehen werden, wie in der Ferne erscheinende Gegenstände. Wir stehen an zu entscheiden, ob es Berge oder Wolken sind, die an dem Saume des Horizonts liegen; allein so wie wir uns ihnen nähern, so werden wir bald gewahr, daß es nicht Dünste, sondern festes Land ist, welches bebaut und bewohnt werden kann.

Jene bewundernswürdige Eigenschaft der Luft, wodurch sie sich bei Wärme ausdehnt, und bei Kälte zusam-

menzieht, ist eine der vornehmsten Ursachen der Winde. Wenn die Luft an irgend einem Orte verdünnt wird, so dringt die nahe liegende Luft, die sie umgiebt und ungleich dichter ist, ein, um den leeren Raum auszufüllen. Wenn an irgend einem Orte die Luft erwärmt wird, wird sie leichter und steigt aufwärts, und die nahe liegende sie umgebende Luft ersetzt, weil sie schwerer und kälter ist, ihre Stelle. Wird daher die Luft irgend eines Orts erwärmt, oder verdünnt, es geschehe dies nun durch die Sonnenstrahlen, oder irgend eine andre Ursache, so wird die Luft einer kältern Region in diesen Ort mit einem Grade von Heftigkeit eindringen, die der Verdünnung gleich ist. Hingegen wenn durch irgend eine Ursache die Luft kälter wird, so zieht sie sich in einen kleinern Raum zusammen, und wärmere nahe herumliegende Luft strömt an diesen Ort, um das Gleichgewicht in der Natur aufrecht zu erhalten.

Von den Ursachen und der Beschaffenheit der Winde werde ich ausführlicher in einer der folgenden Vorlesungen handeln; indessen um den Kreislauf der Luft einleuchtend zu machen, will ich hier noch eines leichten Versuchs erwähnen, welchen sie bei der ersten bequemen Gelegenheit anstellen können. Man erwärme die Luft eines Zimmers durch Unterhaltung eines hinreichenden Feuers, indeß die Luft in einem nahgelegenen Zimmer kalt bleibt: nunmehr öffne man die Thüre zwischen den beiden Zimmern, wo denn die kalte Luft, da sie die schwerere ist, sogleich in das warmgemachte Zimmer durch den untern Theil der Thüre, die heißere Luft dagegen in das kalte Zimmer oberwärts eindringen wird. Die Richtung dieser Luftströme kann man aus der Richtung der Flamme eines Lichts sehen, welche einwärts oder gegen das erwärmte Zimmer gehen wird, wenn man es nahe am Boden der Thüre hält, und auswärts, wenn es oben gehalten

wird, indeß man in der Mitte wenig oder gar keine Bewegung verspürt, indem die Flamme senkrecht bleibt. Dieser Versuch beweist nicht nur die Verdünnung der Luft durch die Wärme, sondern er zeigt zugleich auch, daß es eine Eigenschaft der verdünnten Luft sey, aufwärts zu steigen.

Wenn ein Zimmer, worin Feuer ist, vollkommen luftdicht verschlossen wäre, der Kamin ausgenommen, so würde die Luft in demselben bald zum Athemholen untauglich werden, und das Feuer bald von selbst verlöschen. Hieraus sieht man, wie unschicklich es ist, das Zimmer solcher Personen, welche krank sind, oder eben sich der Genesung nähern, zu sehr geschlossen zu halten. Der Luxus und die Weichlichkeit unsers Zeitalters sucht eifrigst jeden Riß zu verstopfen, und soviel möglich das Eindringen frischer Luft zu verhüten; ohne zu bedenken, daß dies nur auf Kosten künftiger Gesundheit und Behaglichkeit geschehen kann. Kinder und junge Leute sind der schädlichen Wirkung einer eingeschlossenen Luft am meisten empfänglich, welches man daraus sieht, weil solche immer kränkeln und sehr häufig über Kopfschmerzen klagen; diejenigen hingegen, welche aus Gewohnheit die gegenwärtigen Unbequemlichkeiten weniger fühlen, verlieren doch allmählich ihr munteres Ansehen und schwächen ihre Gesundheit, welche durch nichts so sehr als durch reine und kühle Morgenluft gestärkt wird. Es ist eine gemeine, aber wahre Bemerkung, daß bei Frostkälte, wenn das Feuer am hellsten brennt, der Körper am stärksten, und die Lebensgeister am thätigsten sind. Befolgen sie diese goldne Regel und setzen sie sich gern der frischen Luft aus. Sie werden dann sich aller ihrer Kräfte im höchsten Grade erfreuen, indeß andere ihre Lebenskräfte durch den schwächenden Schlaf in den Morgenstunden, und die krankmachende Wärme eines immer verschlossenen Zimmers untergraben.

Viele sind der Meinung, daß das Feuer eine verpestete Luft reinige, indem es die schädlichen Theilchen zerstöre, welche sich damit vermischt haben, und die Luft geschickter zum Athemholen mache: allein dieß ist keinesweges der Fall, denn Feuer, und überhaupt jede Verbrennung ist so weit entfernt, die Luft zu reinigen, daß sie vielmehr eine große Menge verpestet, so wie selbst schon ein brennendes Licht in einem Zimmer, zu welchem die äußere Luft keinen freien Zugang hat, die Luft außerordentlich verderben kann. Im Gegentheil wird aber auch ein Feuer, welches man in einem mit verdorbener Luft erfüllten Zimmer unterhält, z. B. in Hospitälern u. s. f. dieses Zimmer reinigen, indem es einen Kreislauf von frischer Luft befördert, und diejenige hinaus treibt, welche verdorben ist.

Von rauchenden Kaminen.

Unter den verschiedenen Unbequemlichkeiten des Lebens giebt es wenige, welche so unerträglich wären, als in einem Hause zu wohnen, wo der Rauch belästigend wird. Rauch ist nicht nur den Sinnen unangenehm, sondern auch selbst der Gesundheit schädlich; er verbittert jeden Genuß im häuslichen Zirkel, beschmutzt die schönsten Verzierungen eines Zimmers, und verdirbt alle Möbeln. Man hat unzählige Einrichtungen ersonnen, und außerordentliche Summen Geld verwendet, um die Wohlthat des Feuers zu genießen ohne zugleich von dem Rauche belästigt zu werden. Männer von den größten Einsichten haben diesen Gegenstand ihrer nähern Aufmerksamkeit werth gehalten, und von denen, welche sich bemühet haben, auf die Uebel eines rauchenden Kamins Rücksicht

zu nehmen, will ich hier nur der Namen eines Descartes, Desaguiliers, Anderson *) und Franklin erwähnen.

Der Verfasser eines Aufsatzes in dem Redlichen (Plain Dealer) behauptet, daß unter den verschiedenen Verkehrtheiten keine den Menschen lächerlicher macht, und selbst in ihren Folgen gefährlicher ist, als ohne Ueberlegung ein Feuer anzuschüren. Er giebt daher folgende Regeln: 1) Das Auffachen des Feuers ist von Nutzen, weil dadurch eine Hohlung entsteht, in welche, da das daran stoßende Feuer die Luft verdünnt, die umgebende Luft eindringt, dem Feuer neues Leben giebt, und die Flamme mit sich führt. 2) Nie muß ein Feuer angeschürt werden, wenn frische Kohlen aufgeschüttet worden, besonders wenn sie klein sind, weil diese unmittelbar in den leeren Raum fallen, und solchergestalt das Feuer dämpfen. 3) Der untere Rost muß allezeit rein gehalten werden. 4) Nie schüre man das Feuer von oben, wenn nicht der Boden ganz rein ist, und nur die Oberfläche einer Auflockerung bedarf.

Sie haben bereits gesehen, daß die Luft ein beständiges Bestreben äußert, das Gleichgewicht zu unterhalten; so daß wenn das Gewicht derselben an einem Orte vermindert wird, die schwerere Luft von allen Seiten zudringt, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt worden ist. Ich habe Ihnen gezeigt, daß Wärme dieses Gleichgewicht beträchtlich störet, daß sie die Luft ausdehnt, und verursacht, daß sich die nämliche Menge in einen ungleich größern Raum ausbreitet, und solchergestalt sie ungleich

*) Anderson practical treatise on Chimnies wozu ich die Abhandlung des verstorbenen Whitehurst setze, wovon jetzt eine Uebersetzung von mir besorgt worden ist. G.

leichter macht. Wenn ein Feuer in einem Zimmer angezündet wird, so erwärmt und verdünnt es die angränzende Luft, die nun leichter als die sie umgebende Luft wird, folglich in der Atmosphäre aufsteigt, bis sie auf eine Luft stößt, die mit ihr von gleicher Schwere ist; die Luft in dem Zimmer, welche niedriger und dichter ist, strömt zu, um ihren Ort einzunehmen, und da sie daselbst ebenfalls verdünnt wird, so steigt sie auf gleiche Art aufwärts, indem sie den Rauch mit sich führt, welcher von den Kohlen oder von dem Holze erzeugt wird. Durch diesen beständigen Zug und Kreislauf der Luft wird das Feuer genährt und unterhalten.

Vermöge dieses Luftstroms wird die Maschine, welche unter dem Namen Windzug (smoke-jack) bekannt ist, in Thätigkeit gesetzt. Sie besteht aus einer in einen Kreis gestellten Anzahl Fahnen oder Blätter, welche schief gegen den Strom der Luft stehen, ohngefähr wie die Flügel einer guten Windmühle, und sämmtlich an einem senkrechten Schaft in einer Welle befestiget sind, die mit einem Räderwerke in Verbindung stehet; diese Fächer werden mit großer Geschwindigkeit rund herum getrieben, wenn das Feuer lebhaft brennt, indem der Luftzug so stetig gegen die Fächer drückt, wie der Wasserstrom auf die Schaufeln des Wasserrades. Ich will dieses durch einen unterhaltenden Versuch zu erläutern suchen: Hier ist eine Laterne von Papier, die mit Figuren geziert ist, und an einem leichten kreisförmigen Rahmen von zehn Fächern befestiget worden, deren jeder ohngefähr vier oder fünf Zoll lang, und gegen ein und einen halben Zoll breit ist. Der Mittelpunkt derselben hängt an einem feinen aufrecht stehenden Zapfen. Ich setze jetzt ein angezündetes Licht unter die Fächer; bald wird die Luft, wenn sie von dem Lichte erwärmt worden ist, aufwärts steigen, und durch ihr allmähliches Andrängen gegen die Fächer verursa-

chen, daß die Laterne sich mit beträchtlicher Geschwindigkeit im Kreise herumdrehet.

Dieser Kreislauf der Luft ist jedermann bekannt, und Sie wissen alle, wie sehr das Feuer durch einen Luftzug verstärkt und lebhafter wird. Es ist ein allgemeines Gesetz der Natur, daß, sobald als ein Feuer anfängt sich auszubreiten, ein Luftstrom von allen Seiten zudringt, und es unterhält; je größer nun das Feuer ist, je stärker wird dieser Luftzug, welcher dem Feuer Leben und Nahrung giebt. Hier findet also eine doppelte Bewegung statt: das Feuer bewegt sich aufwärts und die Luft einwärts. Daß die Materie des Feuers auswärts geht, sieht man 1) aus dem Schatten, welchen jeder dunkle Körper hinterwärts wirft, indem er diese Materie in ihrer Bewegung auffängt; 2) aus der Hitze, welche durch die Luft fortgepflanzt wird, und welche in einer beträchtlichen Entfernung vom Feuer selbst noch als Feuer wirkt, und Körper entzündet, wenn sie von einem hohlen Spiegel zurückgeworfen wird. Den Luftstrom nach einwärts bemerkt man, wenn man ein seidnes Schnupftuch, oder einen andern leichten Körper nahe ans Feuer hält, so wie dadurch, daß die Luft durch alle Fugen und Oeffnungen der Thüren und Fenster eines geheitzten Zimmers eindringt.

Wenn Sie eine brennende Materie unter einem Recipienten bringen, aus dem die Luft nicht ausgepumpt worden ist, so wird der Rauch senkrecht und mit beträchtlicher Geschwindigkeit in die Höhe steigen; allein wird die Luft ausgepumpt, so wird der Rauch entweder herabsinken, oder gleich einer Atmosphäre um den brennenden Körper schweben, welches zum Beweise dient, daß der Rauch keineswegs aus einer ihm eignen Beschaffenheit steigt, sondern durch ein dichtes und thätiges Fluidum aufwärts zu steigen genöthiget wird.

Man sagt, ein hoher Kamin ziehet am besten, wovon Ihnen die Ursache nunmehr vollkommen einleuchtend seyn wird, da Sie wissen, daß, je höher der Rauchfang ist, desto größer der Unterschied zwischen der Säule der erhitzten Luft innerhalb dem Kamine, und einer Säule von dem nämlichen Durchmesser und Höhe außerhalb ist. Denn die Luft bleibt warm und stark verdünnt, bis sie sich mit der gemeinen Luft oberhalb des Kamins vermischt, folglich ist sie durch ihre ganze Länge leichter, als ein gleiches Volumen von gemeiner Luft; es ist daher offenbar, daß, je länger diese zwei Säulen von ungleicher Schwere sind, desto größer der Unterschied in ihrer Dichtigkeit seyn, die Luft folglich mit größerer Geschwindigkeit aufsteigen, und der Kamin um desto besser ziehen wird.

Ein anderer wesentlicher Umstand, um einen guten Zug in einem Kamine zu befördern, ist, daß nämlich die Luft, welche hindurch getrieben wird, so nahe als möglich am Feuer vorbeigehe. Da nämlich der erhitzte und verdünnte Zustand der Luft es ist, welcher ihr Aufsteigen verursacht, so wird, je mehr die Luft erhitzt ist, desto größer die Kraft und Geschwindigkeit seyn, mit welcher sie aufsteigt, so wie ferner die Luft um desto mehr erhitzt wird, je näher sie an dem Feuer hinstreicht, wenn sie in den Kamin tritt: oder mit andern Worten, je niedriger die Haube des Kamins ist, desto besser wird der Rauch aufsteigen, da sie mehr verdünnt wird, und solchemnach mit einer größern Geschwindigkeit aufsteigt.

1) **Frische Luft muß in hinreichender Menge in das Zimmer zugelassen werden, um diejenige wieder zu ersetzen, welche weggeführt, und von dem Feuer verzehrt worden,**

weil außerdem die Luft in dem Zimmer bald erschöpft, und wenn diese leichter als die äußere Luft oberhalb des Kamins geworden wäre, der Rauch bald in dem Zimmer verbreitet werden würde. Durch eine genaue Erwägung der Wirkung der Luft und des Feuers erhalten wir also natürlicher Weise Gelegenheit, die Ursachen des Rauchs von Kaminen aufzufinden, und ich bin vollkommen überzeugt, daß Sie selbst schon im Stande seyn würden, zufolge der bereits angeführten Grundsätze, sobald Ihnen die Ursache bekannt wäre, die Mittel anzugeben, wodurch dem Uebel abgeholfen werden könnte.

Die allgemeine Ursache des Rauchens der Kamine in einem neuen Gebäude ist der Mangel an Luft. Wenn in einem Zimmer die Wände, der Boden und die Decke noch ohne alle Fugen und Risse sind; wenn Thüren und Fenster noch genau schließen, so kann außer durch das Schlüsselloch keine Luft in das Zimmer dringen, und selbst diese Oeffnung wird wohl noch überdieß nicht selten durch eine Klappe oder Fallriegel versperrt. Sie sehen hieraus von selbst, daß unter diesen Umständen es schlechterdings unmöglich ist, einen Kreislauf der Luft zu unterhalten, um die Stelle derjenigen wieder zu ersetzen, welche durch das Feuer verdünnt worden ist, und daß folglich kein Zug statt finde, um den Eintritt des Rauchs in das Zimmer zu verhindern.

Wenn man jeden Riß und jede Oeffnung in einem Zimmer verstopft, und gleichwohl verlangt, daß ein Kamin den Rauch fortführen solle, so heißt dieß nichts anders, als Ungereimtheiten verlangen, und Unmöglichkeiten erwarten. Dieß ist oft die einzige Ursache des Rauches gewesen, und mancher Besitzer eines neuen Hauses, der sie verkannte, und doch nicht vom Rauche leiden wollte, ist nicht selten dahin vermocht worden, es um einen un-

ungleich geringern Preis wieder zu verkaufen, als es ihm gekostet; so wie nicht selten viel Geld aufgewendet worden ist, diesem Uebel abzuhelfen, ohne doch seinen Entzweck zu erreichen, weil diejenigen, die man dieserwegen zu Rathe gezogen, die Grundsätze nicht kannten, worauf die Kur dieses Uebels beruhe.

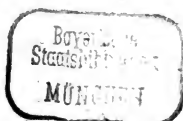
Sie werden leicht ausfindig machen können, ob dieß die wahre Ursache des Rauchens der Kamine sey; denn wenn das Oeffnen einer Thüre oder eines Fensters im Stande ist, zu bewirken, daß ein Kamin den Rauch gehörig fortführet, so ist hieraus offenbar, daß der Mangel des Zutritts der äußern Luft die Ursache des Rauchens sey.

Daß das einzige mögliche Mittel, diesem Uebel abzuhelfen, ein fortgesetzter Ersatz von frischer Luft seyn könne, wissen Sie bereits aus dem bisher gesagten: wir haben also weiter nichts zu bedenken, als wie dieser Ersatz mit den wenigsten Unbequemlichkeiten erhalten werden könne. Indessen muß ich nothwendig hiebei erinnern, daß in allen Zimmern, wo Feuer ist, die Masse Luft, welche vor dem Kamine erwärmt und verdünnt wird, beständig ihren Ort verändere, und andrer Luft Platz mache, um auch ihrer Seits erwärmt zu werden. Ein Theil derselben geht in dem Kamine aufwärts, der übrige Theil steigt empor, und begiebt sich nach der Decke des Zimmers. Ist das Zimmer hoch, so bleibt die warme Luft so lange über uns, als sie ihre Wärme behält, von der wir daher nur sehr wenig Wohlthat ziehen, weil sie nicht eher wieder niedersteigt, als bis sie abgekühlet worden ist.

Der Unterschied der Temperatur zwischen den obern und untern Theilen eines hohen Zimmers ist größer, als Sie sich vorerst vorstellen können, allein durch ein Ther-

mometer, oder wenn Sie auf eine Leiter steigen wollen, bis Sie der Decke nahe kommen, werden Sie sich sogleich davon überzeugen können. Zu dieser warmen Luft muß die nöthige Menge frischer Luft Zutritt erhalten, denn so wie letztere damit vermischt wird, wird zugleich ihre Kälte vermindert, und die Unannehmlichkeit, welche außerdem bei ihrem Eindringen leicht statt haben könnte, wird hierdurch beinahe unmerklich gemacht. Alles dieß kann sehr leicht bewirkt werden, wenn man eine Oeffnung in dem Rahmen über dem Fenster anbringt, welche vermittelst eines schwachen aufwärts geneigten Brets verdeckt werden kann, um der eindringenden Luft eine horizontale Richtung längs hin unter der Decke zu geben. In einigen Häusern könnte die Luft durch eine Oeffnung in der Austäfelung oder Gipsbekleidung nahe an der Decke und über der Oeffnung des Kamins Zutritt erhalten, welches, wo es ausführbar ist, den Vorzug verdient, weil so die eintretende kalte Luft die wärmste Luft, gleich so wie sie von dem Feuer empor steigt, abkühlt, und hierdurch am geschwindesten temperiret wird. Auch kann es vermittelst einer Röhre bewirkt werden, welche mit der Decke in Verbindung steht, dort Luft aufnimmt, und indem sie von da an der äußern oder innern Seite des Gebäudes herabgeht, am untern Ende Gemeinschaft mit der äußern Luft hat. Die kalte Luft würde dann durch die untere Oeffnung eintreten, in das Zimmer aufsteigen, sich unmerklich mit der warmen Luft vermischen, und indem sie sich durch das Zimmer bis zum Feuer ausbreitete, nicht nur die faule Luft mit sich fort führen, sondern auch das Zimmer ununterbrochen mit reiner und gesunder Luft versehen.

2. Rauch steigt in das Zimmer zurück, wenn die Oeffnung des Kamins zu groß ist d. i. wenn sie entweder zu breit, zu hoch, oder



zu tief ist. Physikalisch betrachtet sollten die Oeffnungen der Kamine jederzeit mit der Höhe des Schornsteins in Verhältniß stehen. Die Oeffnungen der längsten Schornsteine können jederzeit größer seyn, als der kürzern Schornsteine.

Wenn der Kamin zu hoch ist, so kann eine große Menge kalter Luft zwischen dem Mantel und dem Kamin durchgehen, ohne von dem Feuer verdünnt zu werden, es ist folglich die Luftsäule, welche der Schornstein umfaßt, an Schwere wenig von der umgebenden Luft verschieden, und die Kraft des Aufsteigens, oder der Zug des Kamins wird solchemnach beträchtlich vermindert, oder wohl gar aufgehoben.

Ist der Heerd zu tief, steht der Rost zu weit hinten, so wird die Luft nicht hinreichend erwärmet; auch wird das Uebel dadurch keinesweges gehoben, wenn man den Rost vorwärts setzt, und einen leeren Raum hinterwärts läßt.

Ist die Oeffnung zu weit, so geht eine große Menge Luft an den Seiten des Rosts vorbei, ohne sehr erwärmt zu werden; allezeit aber, wo immer auch eine Menge kalter Luft in das Kamin eindringen kann, wird die Bewegung des Rauchs gleich anfangs aufgehalten, und, indem solchergestalt der Kreislauf der äußern Luft gehindert wird, so steigt der Rauch herabwärts.

Fehler dieser Art können durch eine schickliche Verengung der Oeffnung des Kamins verbessert werden, und wenn man die leeren Stellen hinterwärts und an jeder Seite des Rosts ausfüllt, so daß keine Luft von unten zudringen kann, als bloß diejenige, welche unmittelbar durch oder vor das Feuer kommt, wodurch dann die Luft mehr erwärmt und verdünnet, so wie der Rauchfang wärmer

erhalten wird, und hierdurch ein guter Zug an der Oeffnung erfolgt. Allein da in einem weiten Kamine eine Menge kalte Luft öfters an beiden Ecken des Mantels zutritt, und solchergestalt Eintritt in den Kamin erhält, ohne dem Feuer nahe zu kommen, so ist folgendes ein sicheres Mittel dagegen, daß man ein Eisenblech an jeder Seite innerhalb dem Mantel so niedrig als möglich, anbringet, und es schief aufwärts gegen die Mitte des Kamins bieget. Diese Vorrichtung wird noch wirksamer, wenn eine dieser Platten etwas tiefer als die andere gestellt und so lang gemacht wird, daß das Ende der einen, über das Ende der andern reicht, ohngefähr solchergestalt ⁄⧹. Auf diese Art wird denn jeder Theil der Luft genöthiget werden, dem Feuer sich zu nähern, um die erforderliche Verdünnung zu erhalten. Noch muß ich hier bemerken, daß auch die Oeffnungen zu enge gemacht werden können, so daß die eindringende Luft, indem sie zu heftig und gerade auf das Feuer wirkt, den Zug zwar sehr verstärken, aber auch zu viel Feuerung verzehren wird.

3. Eine andere Ursache rauchender Kamine ist, daß sie einen zu kurzen Schornstein haben.

Es giebt zuweilen Lagen, wo ein kurzer Schornstein nicht vermieden werden kann, in welchem Falle denn das einzige Hülfsmittel ist, die Oeffnung des Kamins zu verengen, so daß die eintretende Luft schlechterdings genöthigt ist, durch das Feuer hindurch oder doch nahe bei demselben vorbeizugehen.

4. Es ist sehr gewöhnlich, daß ein Kamin den andern überwältiget, und solchergestalt den Rauch niederwärts treibt.

So wird in einem mittelmäßig großen Zimmer mit zwei Feuerstellen, wenn Thür und Fenster geschlossen sind, und ein großes lebhaftes Feuer angezündet wird, die Luft in dem andern Kamine mit solcher Stärke herabdringen, daß sie ein Licht auslöscht: wird in beiden Feuer angemacht, so wird alsdann das größere und stärkere Feuer das schwächere überwältigen, und die Luft in diesem Schornstein herab ziehen, um sein Bedürfniß zu befriedigen; diese Luft wird dann im Herabsteigen den Rauch des Feuers niederdrücken, und ihn in das Zimmer treiben.

Wenn anstatt in einem Zimmer die zwei Kamine sich in zwei verschiedenen Zimmern befinden, die durch eine Thüre mit einander Gemeinschaft haben, so ist der Fall der nämliche, wenn die Thüre geöffnet wird. Ein Küchenkamin in einem verschlossenen Hause wird, wenn die Thüren offen sind, die mit dem Vorhause Gemeinschaft haben, jedes andere Kamin im Hause überwältigen, und in ihnen den Rauch herabziehen.

Das einzige Hülfsmittel hiebei ist, jedem Kamine so vielen Luftzug zu geben, als zu seinem Verbrauch erforderlich ist, welches durch die bereits angeführten Mittel geschehen kann.

5. **Oefters wird der Rauch in ein Zimmer getrieben, weil die Thüre an einem unschicklichen Orte angebracht worden ist.**

Denn da der Rauch vermittelst eines beständigen und nach und nach zu erfolgenden Drucks der Luft, welche gegen den Feuerort zudringt, in den Schornstein aufgetrieben wird, so muß, wenn diese Luft von dem Kamine abgehalten oder weggetrieben wird, der Rauch mit derselben ins Zimmer geführt werden; in der That wird

jeder Umstand, welcher den Lüftzug von dem untern Theile des Feuers abwendet, Ursache werden, daß sich Rauch in dem Zimmer verbreitet. Die verschiedenen Fälle, welche hierbei statt haben, sind zu mannichfaltig, als daß sie alle in dieser Vorlesung angeführet werden könnten. Die Hülfsmittel sind, entweder einen Schirm dazwischen zu setzen, oder die Thürangeln zu verändern.

6. Zuweilen wird ein Zimmer mit Rauch angefüllt, wenn man ein Feuer in einem nahegelegenen Kamine anzündet, während dem in dem Zimmer, was damit belästigt ist, kein Feuer ist, ohnerachtet sonst kein Rauch sich findet, wenn auf seinem eigenen Roste Feuer ist.

Dies geschieht gewöhnlich, wenn durch einen Windstoß oder irgend eine andere Ursache der Rauch in dem Schornsteine des nahegelegenen Kamins nebst der kalten Luft herabgetrieben wird; ein Hülfsmittel dagegen ist eine kreisförmige Abtheilung von ohngefähr drei Zoll zwischen den Schornsteinen an ihrem obern Ende.

Oder es entsteht von Oeffnungen in der Scheidewand, welche die Schornsteine trennt; dafür ist eigentlich kein Hülfsmittel, als das Kamin bis zu jenen Oeffnungen niederzureissen, und es sodann nach den erforderlichen Regeln wiederaufzubauen. Eine gewisse Erleichterung läßt sich indessen erhalten, wenn man die Oeffnung des Kamins durch ein genau einpassendes Bret oder Thüre verschließt.

7. Wenn der Rauchfang so enge gemacht wird, daß der Rauch nicht frei durchgehen kann, so wird er von der plötzlichen Verengerung an der Mündung des Kamins aufgehalten, und in das Zimmer geführt,

ehe er den Widerstand, der seinem Aufsteigen entgegen gesetzt wird, überwältigen kann. Jedes Kamin sollte daher weit genug gemacht werden, um allen Rauch fortzuführen, welcher von dem Feuer entsteht, was gewöhnlich in demselben unterhalten wird.

Das sicherste Hülfsmittel, was aber nicht ohne viele Unbequemlichkeit und Unkosten ausgeführt werden kann, wäre, noch einen Neben-Rauchfang zu bauen, um dadurch den überflüssigen Rauch abzuführen; indessen wenn die Lage dieses nicht gestattet, so muß der Feuerheerd sowohl in der Breite als Höhe zusammengezogen, ein kleinerer Rost angewendet, und der Rauchfang erhöhet werden. Ist dieses bloß zum Theil ein Hülfsmittel, und verursacht der Kamin noch immer einigen Rauch, so muß eine messingene oder eiserne Platte angewendet werden, die man willkührlich vorsetzen oder wegnehmen kann.

8. Oefters wird der Rauch vermöge einer übeln Lage des Hauses in Rücksicht äußerer Gegenstände herabgeführt, z. B. wenn über den Kaminen höhere Gebäude, Berge u. dgl. vorragen, welche indem sie den Luftzug unterbrechen, ihn nach verschiedenen Richtungen leiten, so daß er den Rauch entweder stromweise in den Kamin hinab treibet, oder durch eine wirbelnde Bewegung das Aufsteigen des Rauchs verhindert.

Daher leiden niedrige Gebäude, wenn sie neben hohen Gebäuden u. s. f. stehen, besonders sehr vom Rauche. Ist der naheliegende Gegenstand nicht sonderlich hoch, so kann diesem Fehler leicht dadurch abgeholfen werden, daß man das Kamin weiter in die Höhe führt; allein ist er sehr hoch, so wird es erforderlich seyn, eine Kappe, oder irgend eine andere Vorrichtung oberhalb der Esse

anzubringen, um zu verhindern, daß der Wind Zutritt gewinne, indeß ein freier Zug für den Rauch erhalten wird.

9. Zuweilen wird der Rauch durch starke Winde herabgetrieben, welche über die Schornsteine weg streichen. Dieser Fall ereignet sich besonders, wenn der Rauchfang kurz, und die Oeffnung gegen den Wind gekehrt ist.

Wenn ein heftiger Luftstrom oder ein starker Wind über einem Kamine hinstreicht, so bewegen sich die Theilchen desselben mit so viel Stärke und mit so viel Schnelligkeit in einer beinah horizontalen Richtung darüber hin, daß sie die leichte aufsteigende Luft nicht aus dem Kamine lassen; ja nicht selten fährt ein Theil des Luftzugs selbst in das Kamin herab. Wo dies oft der Fall ist, wird eine Schornsteinhaube das sicherste Mittel dagegen seyn.

Kamine, deren Rauchfänge an der Nordseite eines Hauses heraufgehen, und solchemnach den Nordwinden ausgesetzt sind, ziehen überhaupt nicht so gut als diejenigen gegen Süd, weil sie, da sie von solchen Winden erkältet werden, den Rauch aufhalten.

Kamine, welche aus der Mitte eines Hauses aufsteigen, sind besser als solche, deren Rauchfänge an kalten Wänden in die Höhe gehen.

Kamine in einer Reihe ziehen besser als abgesonderte, weil die Rauchfänge, welche immerfort gefeuert werden, die andern in gewissem Grade erwärmen, wo nicht gefeuert wird.

Alle Rauchfänge müssen ihrem Gipfel so nahe als möglich eine windende Richtung haben, wodurch größten-

theils alle üble Wirkungen von starken oder plötzlichen Windstößen vermieden werden würden.

Ich habe Ihnen jetzt die allgemeinen Ursachen angeführt, welche das freie Aufsteigen des Rauchs verhindern; in manchen Fällen können aber auch zwei oder mehr solcher Ursachen zu gleicher Zeit und auf einmal wirken.

Dr. Franklin hat einen sonderbaren Umstand in Betreff der Kamine bemerkt, welcher von Niemand weiter scheint angeführt worden zu seyn, und Ihrer Aufmerksamkeit besonders werth ist, nämlich daß im Sommer, wenn kein Feuer in den Kaminen unterhalten wird, dem ohnerachtet ein regelmäßiger Zug der Luft durch dieselben statt habe. Dieser Zug gehe aufwärts ohngefähr von fünf oder sechs Uhr Nachmittags, bis acht oder neun Uhr des folgenden Morgen, wo alsdann der Zug ohngefähr gegen eine halbe Stunde lang anfange inne zu halten, hierauf aber gehe er wieder eben so stark unterwärts, und fahre so fort, bis gegen 5 Uhr Nachmittags, wo er wieder wie vorher gegen eine halbe Stunde inne halte, und die Nacht über ununterbrochen aufwärts gehe. Indessen findet in den Stunden eine geringe Abänderung statt, je nachdem die Tage länger oder kürzer werden; eben dieß ist auch der Fall, wenn sich die Witterung plötzlich ändert. Im Sommer ist ein großer Unterschied zwischen der Wärme der Luft in den Mittags- und den Mitternachtsstunden, folglich auch zwischen ihrer spezifischen Schwere, indem, je mehr die Luft erwärmt ist, desto mehr sie verdünnet wird. Wenn der Schornstein eines Kamins rund herum von dem Hause eingeschlossen ist, so ist er sowohl vor der Wärme der Sonnenstrahlen, als auch vor der Kälte der Nacht gesichert; diese mittlere Temperatur theilt sich der darin enthaltenen Luft mit. Wenn die äu-

ßere Luft kälter ist als diejenige in dem Schornsteine, so wird sie, da sie schwerer ist, solche nöthigen aufwärts zu steigen und oben auszuströmen; diejenige, welche an ihre Stelle kommt, wird von dem Schornsteine gleichfalls erwärmt, und steigt mithin ebenfalls aufwärts, so daß der Strom bis zum folgenden Tage fortfährt anzuhalten, wo die Sonne die Luft erwärmt. Dann ist der Schornstein wieder kälter, als die Luft, welche eindringt; diese Luft wird schwerer als die umgebende Luft, und steigt daher natürlich niederwärts.

Nun wird es für sie leicht seyn, einige Versuche in Rücksicht dieses Gegenstandes anzustellen, um sich mit den Lehren, auf denen er beruhet, vollkommen bekannt zu machen. Zu dieser Absicht versehen Sie sich mit kleinen Modellen einer Menge Zimmer; jedes derselben bestehe aus fünf Scheiben von Fensterglase an den Ecken in Holz eingefaßt, nebst verhältnißmäßigen Thüren, beweglichen gläsernen Kaminen, und Oeffnungen von verschiedener Größe, so wie von verschiedener Länge der Schornsteine; die Zimmer müssen so eingerichtet seyn, daß sie gelegentlich mit einander verbunden werden können, und solchemnach verschiedene Kombinationen gestatten; vierzehn oder funfzehn Stück grüner Wachsstock, viereckig an einander gesetzt, werden für einen kleinen gläsernen Kamin ein hinreichend starkes Feuer geben, und wenn sie ausgeblasen worden, so werden sie noch fortfahren zu glimmen, und einen Dampf geben, so lange als man es nöthig hat. Mit einem solchen Apparat können alle Operationen in Rücksicht des Rauchs und der verdünnten Luft leicht vorgestellt, und die Wirkungen davon wegen der durchsichtigen Seiten beobachtet werden.

Nach dem, was ich in Rücksicht der Verfahrungsarten vorgetragen habe, um dem Rauchen der Kamine bei-

zukommen, werden Sie die Wichtigkeit der Versuche in der Physik von selbst einsehen, und daß, während wir einem Gegenstande nachspüren, oft neues Licht über einen andern verbreitet wird. Sie dachten wahrscheinlich wenig oder gar nicht bei Erwähnung der Versuche über verdünnte Luft an unser gewöhnliches Feuer: so geschieht es auch nicht selten, daß etwas unerwartetes in dem Verfolge unsrer Untersuchungen uns aufstößt, und daß die unerwartete Entdeckung öfters von größerer Wichtigkeit ist, als der eigentliche Gegenstand unsrer Untersuchungen. Für einen aufmerksamen Beobachter kann sich nichts ereignen, woraus er nicht Nutzen zöge, oder was nicht auf irgend eine Art seine Kenntnisse bereicherte.

Kamine sind in England vor eben nicht gar langer Zeit eingeführt worden, und in den vorhergehenden Zeiten wurde der Rauch noch durch eine Oeffnung in dem Dache ausgeführt. Nach dem Protocolle eines unter der Königin Elisabeth gehaltenen Parlements berichtete ein Parlamentsglied, „daß seit kurzem verschiedene Färber, Brauer, Schmiede und andre Künstler die Steinkohlen zur Feuerung, anstatt des Holzes, anwendeten, wodurch die Luft mit schädlichen Dünsten und mit Rauch angefüllet würde, die der Gesundheit sehr nachtheilig wären, besonders solchen Personen, welche vom Lande kämen; er trage daher darauf an, daß ein Gesetz gegeben werde, das den Gebrauch eines solchen Feuerungsmittels diesen Künstlern verbiete, wenigstens so lange das Parlement dauere." Mit Steinkohlen wurde also damals noch nicht in Privathäusern geheitzt, weil man davon Nachtheil für die Gesundheit befürchtete; glücklicherweise setzten sich aber in der Folge die Einwohner über diese Befürchtungen hinweg, und jetzt glaubt man sogar, daß die Luft dadurch heilsamer werde, da seit dem allgemeinen Gebrauche der Steinkohlen keine allgemeine

pestilenzialische Krankheit statt gefunden, welche vor ihrer Anwendung sehr häufig gewesen.

Von verdichteter Luft.

Sie haben gesehen, daß eine gegebene Menge Luft sowohl in einen größern Raum ausgedehnt, als auch in einen kleinern zusammengedrängt werden kann. Ich habe bereits die Beschaffenheit der Luftpumpe erklärt, wodurch sie verdünnt und weggenommen werden kann; nun will ich Ihnen zeigen, daß es auch Maschinen giebt, wodurch nicht nur die Luft verdünnt, sondern auch verdichtet, und solchergestalt ihre Federkraft vermittelst einer künstlichen Zusammendrückung derselben verstärkt werden kann.

Diese Maschine heißt eine **Kompressionsmaschine:** sie besteht 1) aus einem Zilinder und Kolben zur Verdichtung, oder eigentlich, um frische Luft in den nämlichen Raum zu treiben; 2) aus einem starken Recipienten, welcher die Luft fassen soll; 3) aus einer Probe, um den Grad der Zusammendrückung zu bestimmen und abzumessen. Der Recipient wird auf den Teller aufgeschraubt, damit er nicht abgestoßen werde, und die Luft wieder entweiche. Taf. II. Fig. 1.

Gerade so viel Luft wird in den Recipienten bei jedem Hinabstoßen des Kolben hineingetrieben, als der Zilinder fassen kann, welches sie leicht von selbst einsehen werden, wenn Sie die Bauart dieser Maschine näher betrachten. Wenn der Kolben, (welcher hier aus einer dichten Masse besteht) von unten aufwärts gezogen wird, so erfolgt unterhalb ein leerer Raum; so wie er nun aber über diese kleine Oeffnung oben an dem Zilinder kommt, so dringt

die äußere Luft durch diese Oeffnung in den Zilinder, und er wird damit angefüllt; da nun das Ventil an dieser Maschine sich unterwärts öffnet, ganz dem entgegen, was Sie an der Luftpumpe sahen, so wird, wenn man den Kolben niederstößt, alle Luft, die in dem Zilinder enthalten ist, in den Recipienten getrieben, und kann von da nicht wieder zurück. Die Luft ist daher in dem Recipienten zusammengedrückt, und es kann so lange neue Luft hineingetrieben werden, bis sie so dichte, und ihre Federkraft so stark geworden, als die Stärke der Maschine zu ertragen vermögend ist. Den Grad der Verdichtung können Sie allezeit mittelst der Quecksilberprobe wissen: — ist nämlich das Quecksilber durch die Hälfte des Raums zwischen ihm und dem Ende der Röhre gegangen, so besitzt die Luft eine doppelte Dichtigkeit; hat es zwei Drittheile des Raums erreicht, so ist die Luft dreimal dichter u. s. f., denn die Dichtigkeit der Luft verhält sich stets umgekehrt, wie der Raum, den sie einnimmt. Da die Menge, die bei jedem Niederstoßen des Kolben eingepreßt wird, gleich der in dem Zilinder enthaltenen Menge ist, so wachsen die Grade der Verdichtung in einer arithmetischen Progression. Wäre der Recipient nicht sehr stark, so würde er bald durch die ausdehnende Kraft der Luft zersprenget werden, welche, wie ich Ihnen bereits gezeigt habe, sich wie die zusammendrückende Kraft verhält.

Boyle hat uns eine große Menge von Versuchen hinterlassen, welche mit der Kompressionsmaschine angestellt worden, und welche zeigen, daß Thiere durch eine zu große Verdichtung der Luft getödtet wurden; daß, wenn sie zu einem mäßigen Grade verdichtet ward, Thiere darin länger lebten als in gemeiner Luft; daß sie auf Insekten und Frösche kaum irgend einen Eindruck machte; daß Fäulniß beinahe nach Verhältniß des Grades der

Verdichtung befördert wurde, und daß die Vegetation dadurch keineswegs litt.

Wenn die Luft aus zwei Halbkugeln von drei und einem halben Zoll im Durchmesser ausgepumpt wird, so wird eine Kraft erfordert, die beinahe 140 Pfund beträgt, um sie zu trennen. Allein werden die nämlichen Halbkugeln unter den Recipienten einer Luftpumpe gestellt, ohne aus ihnen die Luft auszupumpen, und es wird so viele Luft in den Recipienten gebracht, daß sie von einer doppelten Dichtigkeit als die äußere Luft ist, so wird die nämliche Kraft erfordert, um sie zu trennen: ein fernerer Beweis von dem Drucke der Atmosphäre. Wurden aber die Halbkugeln ausgepumpt, ehe sie unter den Recipienten der Kompressionsmaschine gesetzt werden, und die Dichtigkeit der Luft wird sodann verdoppelt, so ist ein Gewicht von 280 Pfund erforderlich, um sie zu trennen; folglich hat eine doppelte Atmosphäre die nämliche Gewalt über eine einfache, als die einfache über den leeren Raum.

Der Schall einer Glocke ist in verdichteter Luft ungleich stärker als in gemeiner Luft.

Eine runde Flasche, welche den Druck der Atmosphäre aushält, wird von verdichteter Luft zerbrochen, wenn die Luft aus derselben gepumpt worden.

Eine Blase, welche von der natürlichen Federkraft der Luft nicht zerreißt, wird es von der verstärkten Elastizität der zusammengepreßten Luft. Auch kann die Kraft der verdichteten Luft so verstärkt werden, daß sie der größten Gewalt, die man dagegen anwendet, das Gegengewicht hält. Da nun die Luft, vermöge ihrer Lage in der Tiefe der Erde sehr verdichtet seyn muß, so läßt sich daher sehr leicht begreifen, wie sie, wenn die Wirkung des Feuers oder der Wärme hinzu kommt, die wunderbarsten Wir-

kungen erzeugen, den Erdkörper erschüttern, und selbst bis an die Oberfläche spalten kann.

Dieser Fähigkeit der Luft, eine Verdichtung zu erleiden, und ihrer außerordentlichen ausdehnenden Kraft, wenn dieser Druck aufgehoben wird, haben wir die Windbüchse zu verdanken, wo die Luft, zufolge ihrer großen Verdichtung, bleierne Kugeln eben so fort schleudert, wie dieß vom Schießpulver geschiehet. Nach dem gegenwärtigen Verfahren, sie zu machen, wird an dem Kolben der Büchse eine hohle Kugel befestiget, welche die verdichtete Luft enthält. Das Entweichen dieser Luft wird durch eine Klappe verhindert, die vermittelst einer Feder festgehalten wird. Bei Losdrückung des damit verbundenen Hahns öffnet sich die Klappe, schließt sich aber wieder sogleich vermittelst der Feder. Die Luft nun, welche solchemnach heraus tritt, schleudert die Kugel mit solcher Gewalt, daß sie gegen 60 bis 70 Yards, und selbst noch weiter fortfliegt. Man kann verschiedene Male schießen, ohne frische Luft in die Kugel einzupumpen; allein, wie Sie auch leicht selbst nach dem einsehen werden, was ich Ihnen bereits erklärt habe, die Kraft muß sich nothwendig nach jedem Schusse vermindern, da das Fluidum nach jedem Schusse weniger comprimirt, und folglich seine Elastizität geringer ist.

Ich will Ihnen nunmehr zeigen, wie verdichtete Luft vermöge ihres Drucks auf die Oberfläche des Wassers, ihm Bewegung mittheilt, und einen künstlichen Brunnen erzeugt. Taf. III. Fig. 13. Dieser Springbrunnen besteht aus einem starken kupfernen Gefäße, welches theils mit Wasser, theils mit Luft erfüllt wird; die Röhre hat eine solche Länge, daß sie beinahe bis zum Boden des kupfernen Gefäßes reicht; am obern Ende der Röhre befindet sich ein Schließhahn. Ich fülle jetzt das Gefäß

ohngefähr um zwei Drittheile mit Wasser, worauf ich die Röhre einschraube; die Verbindung ist, wie Sie sehen, vermittelst eines mit Oel getränkten Leders Luftdicht gemacht worden; die über der Oberfläche des Wassers in dem Brunnen enthaltene Luft ist gegenwärtig von gleicher Dichtigkeit mit der atmosphärischen. Ich schraube jetzt die Kompressionsmaschine an den obern Theil des Schließhahns, und treibe Luft hinein, die, da sie nicht zurückgehen kann, sich durch das Wasser einen Weg in den obern Theil des Gefäßes bahnt, und hier im Zustande einer größern Verdichtung, als die äußere Luft hat, verbleibt. Nachdem ich nunmehr so viel eingepumpt habe, als ich für erforderlich halte, wende ich den Schließhahn, schraube die Kompressionsmaschine ab, und dagegen an deren Stelle den Aufsatz oder das Mundstück, welches oberhalb eine geringe Oeffnung hat. Ich wende jetzt wieder den Schließhahn, um die Gemeinschaft des Springrohres mit der äußern Luft zu eröffnen, wo denn das Wasser sogleich, vermöge des Drucks der eingeschlossenen verdichteten Luft, zu einer beträchtlichen Höhe springen wird; die Kraft, mit welcher es aufwärts getrieben wird, verhält sich wie der Ueberschuß des Drucks der eingeschlossenen Luft über den der äußern Luft; und, da der Druck der Atmosphäre einer Säule Wasser von 33 Fuß hoch gleich ist, so wird, wenn die eingeschlossene Luft dreimal so dichte ist wie die äußere, die Höhe des Wasserstrahls 66 Fuß seyn; indessen nach Verhältniß als die Menge des Wassers in dem Springbrunnen sich vermindert, erhält auch die Luft mehr Raum sich auszubreiten, ihre Elastizität wird folglich vermindert, und sie wirkt solchemnach allmählich mit geringerer Kraft auf das Wasser.

Um diesem Versuche mehr Unterhaltung zu geben, ist dieser Springbrunnen mit einer Menge belustigender Mundstücke versehen, welche statt desjenigen angeschraubt werden können, das sich jetzt daran befindet.

Dieses Mundstück hier treibt eine Kugel von Kork aufwärts, welche bald auf dem Wasserstrahle schwebend verweilen, bald sich um ihren Mittelpunkt drehen, jezt fallen, dann wieder steigen, und immer das Wasser rings um sich verbreiten wird.

Ein anderer Aufsatz besteht aus einer hohlen messingenen Kugel, in welche mehrere kleine Löcher gebohrt worden, die gegen den Mittelpunkt zu gehen; das Wasser strömt durch dieselben nach den Richtungen, in welchen die Löcher gebohrt sind, und bildet solchemnach eine angenehme Wasserkugel.

Unter den verschiedenen Aufsätzen, von denen einige Kaskaden u. s. f. bilden, ist keiner auffallender und angenehmer, als derjenige in Form eines Kreuzes, an welchem die Mündungen so genau unter rechten Winkeln gegen einander sich befinden, daß die Strahlen einander in dieser Richtung begegnen, welche sich hierauf verändert, und eine in Rücksicht der erstern mittlere Richtung annimmt. Dies erläutert auf eine sehr angenehme Art die Lehre der Zusammensetzung und Zertheilung der Kräfte unter sich, wovon ich Ihnen in unsern fernern Vorlesungen über die Mechanik nähern Ausschluß geben werde. Die verschiedenen Aufsätze, welche zu dem durch verdichtete Luft erzeugten Springbrunnen gehören, sind nebst einigen dazu nöthigen Vorrichtungen Taf. III. Fig. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. vorgestellt worden.

Ehe wir weiter fortgehen, halte ich es für zweckdienlich, Ihnen nochmahls alle die Gesetze zu wiederholen, die die Elastizität der atmosphärischen Luft betreffen und welche ich Ihnen vorher erklärt habe. Erstlich habe ich Ihnen gezeigt, daß die Luft vermöge des Drucks verdichtet werden kann, und daß der Raum, in welchen sie zusammengepreßt wird, sich umgekehrt verhält wie

der Druck; wenn daher ein Gewicht von einem Pfunde eine Menge Luft, welche in ihrem natürlichen Zustande einen Raum von zwölf Kubikzoll einnimmt, in einen Raum von sechs Kubikzollen zusammendrückt, so werden zwei Pfunde sie in einen Raum von drei Kubikzollen, drei Pfunde in einen Raum von zwei Kubikzollen u. s. f. zusammenpressen. Keine Versuche, welche bisher angestellt worden sind, bestimmen die äußersten Gränzen dieser Verdichtung; denn nachdem sie soviel, als die Instrumente, die zu dieser Absicht gemacht wurden, ertragen konnten, zusammengedrückt worden war, schien sie doch durch Anwendung einer größern Gewalt noch weiter zusammengedrückt werden zu können. Weder Druck, noch Kälte, noch irgend andre Mittel haben bisher die Luft in einen festen Körper verwandeln, oder sie nur als eine sichtbare Flüssigkeit darstellen können.

2) Haben sie gesehen, daß so wie die Luft durch Zusammendrücken in einen kleinern Raum gebracht werden kann, sie sich auch in einen größern Raum wieder ausbreitet, wenn jener Druck, der sie zurück hält, weggenommen wird. Die Gränzen dieser Ausdehnung sind nicht bekannt, auch giebt es keine Versuche, welche bewiesen hätten, daß wenn die Luft eine gewisse Ausdehnung erreicht habe, sie nicht noch einer größern fähig sey.

3) Die Elastizität der Luft scheint durch keinen auch noch so lang anhaltenden Druck geschwächt zu werden, so daß, wenn eine gegebne Menge Luft eine lange Zeit sehr zusammengedrückt, oder sehr verdünnt erhalten wird, sie immer die nämliche Menge giebt, wenn sie wieder in denselben Zustand versetzt wird, in welchem sie sich vor der Verdichtung oder Verdünnung befand.

4) Die Luft wird durch Wärme verdünnt, und durch Kälte verdichtet. Roy schließt aus seinen Versu-

chen, *) daß 66 Grad des Fahrenheitschen Thermometers die Luft um 2.58090 Tausendtheile ihres Volumens ausdehne. Nach de Saussure wird sie bei dem nämlichen Grad nur um 1.88615 ausgedehnt. Er schreibt diesen außerordentlichen Unterschied in ihren Resultaten den verschiedenen Kapazitäten der Gefäße zu, worin die Versuche angestellt worden.

5) Das Gewicht der Atmosphäre ist einer beständigen Veränderung unterworfen, so daß, wenn sie zu einer Zeit einer Säule Quecksilber von 30 Zoll das Gegengewicht hält, sie zu einer andern Zeit bald eine längere bald wieder nur eine kürzere Säule wird tragen können.

Nunmehr kann ich fortfahren, Ihnen mehrere von denjenigen Maschinen zu erklären, welche von der Federkraft und Schwere der Luft abhängen. Die merkwürdigsten darunter, mit deren innrer Einrichtung Sie sich bekannt machen müssen, sind die verschiedenen Arten der Pumpen. Es giebt deren eigentlich zwei Hauptgattungen, 1) die gemeine, oder wie sie öfters uneigentlich genannt wird, die Saugpumpe, und 2) die Druckpumpe.

Von der gemeinen Pumpe. **)

Man glaubt insgemein, daß diese Pumpe von Ctesibes, einem Mathematiker, ohngefähr 120 Jahre vor Christi Geburt erfunden worden sey. Die Wirkung dieser Pumpe hängt von dem Drucke der Atmosphäre ab. Da nun die

*) Philoſoph. Transact. 1777. p. 704.

**) Nähere Erklärungen und alles übrige Erforderliche wegen dieser und der folgenden Pumpe werden im 3ten Theile dieses Werks vorkommen. E.

ser Druck dem Drucke von 30 Zoll Quecksilber, oder 34 Fuß Wasser für eine gegebne Oberfläche gleich ist, so ist hieraus begreiflich, daß das Wasser durch diese Art von Pumpe zu keiner Höhe gehoben werden könne, die größer ist, als ohngefähr 34 Fuß, welche Höhe überdies noch verschiedenen Abänderungen unterworfen ist, und zuweilen etwas mehr, zuweilen etwas weniger beträgt, je nachdem der Druck der Atmosphäre größer oder geringer ist. Sie wird indessen selten gebraucht, um Wasser über 28 Fuß hoch zu heben, um allezeit des Erfolgs gewisser zu seyn. Hier ist ein Modell der gemeinen Pumpe von Glas Taf. I. Fig. 22. um Ihnen die Wirkung des Kolben, und die Bewegung der Klappen zu zeigen. Sie besteht aus einer Röhre, die an beiden Enden offen ist: derjenige Theil, welcher größer ist als der andre, heißt der Körper der Pumpe, der Stiefel oder Zilinder, worin sich der bewegliche Kolben befindet. Der Kolben, wie sie sehen, paßt so genau in den Theil des Rohres, worin er spielt, daß keine Luft zwischen demselben und der Röhre durchdringen kann. Der niedrigste Punkt, zu welchem der Kolben hinabgedrückt werden kann, und der höchste Punkt, zu welchem er sich heben läßt, heißt der Zug oder das Spiel des Kolben.

An dieser Pumpe sind zwei Klappen, welche sich oberwärts öffnen; die eine befindet sich am untern Theile des Zilinders, die andere oberhalb des Kolben. Ich will jetzt den Boden der Pumpe in Wasser setzen, und den Kolben bis zum Boden des Zilinders oder des Körpers der Pumpe hinabstoßen, indem ich zugleich einiges Wasser eingieße, damit der Kolben fest schließt. Jetzt hebe ich den Kolben, wodurch ein leerer Raum in dem Zilinder entsteht, in welchem sich die in dem untern Theile der Röhre befindliche Luft ausbreiten wird. Da nun die Luft in der Röhre solchergestalt verdünnt und ihre

Federkraft wegen ihrer Ausdehnung geschwächt worden ist, so drückt sie weniger auf die Oberfläche des Wassers in der Röhre, als die Atmosphäre auf das die Röhre umgebende Wasser, das Wasser wird folglich in der Röhre aufsteigen, bis die Luft innerhalb derselben so dichte geworden ist, als diejenige außerhalb, und in dieser Lage verbleiben, weil es nun von beiden Seiten gleich stark gedrückt wird. Wenn ich hierauf den Kolben wieder niederdrücke, so wird die Klappe in dem Kolben sich öffnen, um die Luft aus der Röhre gehen zu lassen, indeß sie keine wieder zurück gehen läßt; die Luft wird also durch die Klappe in dem Kolben getrieben, und vermischt sich mit der gemeinen Luft. Nach einigen Zügen ist die Luft völlig ausgezogen, worauf das Wasser nunmehr durch die Klappe im Kolben aufwärts steigt, und so lange durch das Gußrohr ausfließt, als das Spiel des Kolben fortgesetzt wird. Sie sehen, daß jedesmal, wenn der Kolben gehoben wird, sich die untere Klappe öffnet, und die obere sich verschließt, indeß, wenn der Kolben niedergedrückt wird, sich die untere Klappe schließt, und die obere sich öffnet. Durch diesen einfachen Mechanismus sind wir mittelst des Drucks der Atmosphäre im Stande, das Wasser so leicht zu heben. Der Kolben nämlich hebt, wenn er aufgezogen wird, alles über ihm sich befindende Wasser und gießt es aus während zu gleicher Zeit wieder Wasser durch die untere Klappe in die Röhre eindringt, um bei dem nächsten Zuge des Kolben gehoben zu werden.

Ob nun schon der Druck der Atmosphäre das Wasser nicht höher hebt als 34 Fuß, so kann es doch, wenn das Wasser einmal über den Kolben gestiegen, hierdurch bis zu irgend einer Höhe gebracht werden, wenn die Kolbenstange lang genug gemacht, und eine hinreichende Kraft angewendet wird, um sie mit der Last des Wassers über dem Kolben zu heben.

Wenn die Pumpe an der untern Klappe Luft fängt, so wird das Wasser aus der nämlichen Ursache wieder zurückfallen, aus welcher das Quecksilber aus einer Barometerröhre zurückfällt, wenn man Luft oben in die Röhre eindringen läßt. Wenn lange Zeit kein Wasser in der Pumpe gewesen, so troknet das Leder der Klappen ein, daß sie sich nicht so frei öffnen oder schließen können; eben so wird auch das Leder um den Kolben trocken, und füllt alsdann nicht genau genug den innern Raum des Zilinders aus. Das Verfahren, eine solche Pumpe wieder in Stand zu setzen, um Wasser zu ziehen, (wie man es nennt) ist, daß man ohngefähr einen Eimer Wasser in die Pumpe gießt, um das Leder der Klappen und des Kolben zu erweichen und anzuschwellen, damit erstere sich wieder frei öffnen und schließen können, und letzterer den inneren Raum des Zilinder wieder vollkommen ausfülle; ist dieß geschehen, so ist nunmehr die Pumpe wieder in dem Stande, ihre Dienste zu thun.

Die Kraft, welche erfordert wird, eine Pumpe in Thätigkeit zu setzen, verhält sich wie die Höhe, zu welcher das Wasser gehoben wird, und das Quadrat des Durchmessers des Zilinders, worin der Kolben spielt. Wenn daher zwei Pumpen von gleicher Höhe sind, der Durchmesser der einen Pumpe aber zweimal so groß ist, als derjenige der andern, so wird die größere viermal mehr Wasser geben, als die kleinere, aber auch zugleich viermal so viel Kraft nöthig seyn, um damit Wasser zu pumpen.

Der Durchmesser der Pumpe in irgend einem andern Theile, als wo der Kolben spielt, vermehrt weder, noch vermindert die Schwierigkeit beim Pumpen, den geringen Unterschied ausgenommen, welcher etwa wegen der Anreibung statt findet, welche in einer engen Röhre größer ist, als in einer weiten. Der Schwengel wirkt als ein Hebel, um denen, welche pumpen, die Arbeit zu erleichtern.

Je länger der Zug einer Pumpe ist, desto mehr Wasser wird mit der nämlichen Kraft gehoben, weil weniger Wasser beim Schließen der Klappen verlohren geht.

Ich muß hier noch anmerken, daß, obschon der Druck der Luft auf das Wasser in dem Brunnen u. s. f. dieses Wasser heben wird, doch der Druck der Luft auf das über den Kolben gehobene Wasser dieser Beihülfe das Gegengewicht hält; so daß der Vortheil, der vermittelst dieser Maschine erhalten wird, bloß darin besteht, daß die Sache eine bequemere und leichter zu behandelnde Form erhält. Merken Sie sich diesen Umstand wohl, denn Sie werden in der Folge finden, daß dieses bei fast jedem Maschinenwerke statt findet.

Von der Druckpumpe,

oder derjenigen Art, wo das Wasser vermittelst der Kraft der verdichteten Luft gehoben wird.

Von dieser Art ist hier gleichfalls ein Modell, Taf. I. Fig. 21., woraus Sie sehen können, daß das Rohr und der Kör per, oder der Zilinder der Pumpe, der nämliche ist, wie bei der vorher beschriebenen, nur daß hier keine Klappe in dem Kolben sich befindet. Im Zilinder befindet sich dagegen eine kleine Röhre unter rechtem Winkel mit dem Zilinder der Pumpe; am andern Ende dieser Röhre ist eine Zisterne angeküttet, in welche das Wasser getrieben werden soll; in der Zisterne befindet sich eine Röhre, die von oben bis beinahe zum Boden herabreicht. Sie sehen zu gleicher Zeit auch zwei Klappen, die eine nahe am Boden des Zilinders, die andre in der kleinen Röhre,

oder im Druckrohre. Diese Pumpe wirkt anfangs durch den atmosphärischen Druck wie die vorige, sodann aber indem sie das Wasser in diese Zisterne treibt. Hierdurch nun wird die Luft in der Zisterne verdichtet, sie drückt mithin auf das Wasser, und treibt es zu einer beträchtlichen Höhe, eben so, wie Sie sahen, daß es in dem Springbrunnen durch die verdichtete Luft aufwärts getrieben wurde.

Ich will jetzt pumpen, um Ihnen die Wirkung zu zeigen. So wie ich nämlich den Kolben aufhebe, so breitet die Luft, da sie zwischen diesem und dem Wasser Raum erhält, sich aus, und drückt jetzt weniger stark auf das Wasser. Einige wenige Züge bringen das Wasser bald über die Klappe in dem Zilinder. Wenn der Kolben herabgeht, so wird das Wasser, da es weder durch ihn, noch wieder zurück in den untern Theil der Pumpe gehen kann, durch die gebogene Röhre und Klappe in den Behälter oder Windkessel getrieben; so wie ich nun jetzt den Kolben wieder hebe, so sehen Sie, daß sich die Klappe schließt, und solchemnach verhindert, daß das Wasser aus dem Windkessel wieder zurücktreten kann.

Wird es nun solchergestalt durch wiederholte Züge in das Luftgefäße getrieben, so steigt es über das Ende dieser Röhre, und fängt sodann an, die Luft in einen kleinern Raum zusammen zu pressen, denn da die kleine Röhre oben in dem Behälter luftdichte befestiget ist, die Luft also nur durch diese Röhre ausweichen kann, dieser Weg ihr aber versperrt ist, wenn das Wasser das Ende derselben bedeckt, so wird dann die Luft mehr und mehr verdichtet, so wie das Wasser steigt, und zwar endlich so weit, daß sie das Wasser durch ihren Druck auf seine Oberfläche durch die Steigröhre in einem Strom bis zu einer beträchtlichen Höhe treibt, so lange als ich das Wasser durch

Pumpen ersetze: je höher nun das Wasser in dem Windkessel steht, desto geringer ist, wie Sie sehen, der Raum, in welchen die Luft verdichtet wird, und desto stärker die Gewalt, mit welcher sie das Wasser durch die Röhre treibt. Da die Federkraft der Luft ununterbrochen wirkt, indeß der Kolben gehoben wird, so fährt der Strom gleichförmig fort, so lange als gepumpt wird.

Das Wasser kann vermittelst einer Druckpumpe bis zu irgend einer Höhe über der Fläche eines Flusses oder eines Brunnen gehoben werden, und man kann dergleichen Pumpen durch verschiedene Maschinen in Bewegung setzen, welche theils durch fließendes oder fallendes Wasser, theils durch Pferde, oder vermittelst des Dampfes getrieben werden.

Die Wasserkunst unter der Londner Brücke ist eine sehr merkwürdige Maschine dieser Art: das Räderwerk ist so eingerichtet, daß seine Bewegungen sich nach dem Strome des Wassers richten; diese Maschinen sollen täglich über 140,000 Orhoft heben.

Die Feuerspritze wirkt wie eine gewöhnliche und eine Druckpumpe, und hebt das Wasser, wie Sie oft gesehen haben, nicht nur zu einer großen Höhe, sondern auch mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit.

Von dem Heber.

Wir können dieses, obschon an sich kleine Instrument, keineswegs vorübergehen: es besteht, wie Sie sehen, aus einer gebogenen Röhre, deren ein Ende länger ist als das andre. Ich will jetzt den kürzern Schenkel in dieses Gefäß mit Wasser tauchen; so wie ich nun mit dem

Munde die Luft aus dieser Röhre ziehe, so wird der Druck derselben auf das Wasser in dem Gefäße es in den kürzern Schenkel bis über die Biegung aufwärts und in dem andern unterwärts treiben; ziehe ich den Mund von dem längern Schenkel weg, so fängt das Wasser an abzufließen, und fährt so lange fort, bis es unterhalb der Oeffnung des kürzern Schenkels steht. Das Wasser wird in dem untern Schenkel vermöge des Drucks der Luft gehoben; wären die Schenkel des Hebers gleich, so würde es nicht abfließen können, weil jetzt ein gleicher Druck auf beide Enden statt fände, die einander das Gleichgewicht hielten; ist aber ein Schenkel länger als der andere, so läuft das Wasser wegen seiner größern Schwere ab, und das fernere Fortlaufen rührt wahrscheinlich von der Natur flüssiger Substanzen her; oder da das Uebergewicht in dem längern Schenkel den Druck der Luft auf diesen Schenkel weniger wirksam macht, als auf den andern, so bewegt sich das Wasser nothwendiger Weise gegen denjenigen Theil, wo der Druck geringer ist.

Der Heber kann so versteckt werden, daß dadurch eine große Menge unterhaltender und gewissermaßen überraschender Wirkungen erzeugt werden können. So kann er in einem Becher Taf. III. Fig 20. verborgen werden, welcher die darin enthaltene Flüssigkeit fassen wird, bis sie eine gewisse Höhe erreicht hat, wo sie alsdann anfängt auszulaufen, und so fortzufahren, bis das ganze Gefäß leer ist. Hier ist ein Becher mit einer Figur, die in der Mitte desselben steht; ich will jetzt Wasser in diesen Becher gießen, wo es auch, wie Sie sehen, bleibt: jetzt hat es beinahe die Lippen der Figur erreicht, wo nunmehr der darin enthaltene Heber zu wirken anfängt; das Wasser steigt in dem kürzern Schenkel vermöge seines natürlichen Drucks zu der Höhe, in welcher dessen Oberfläche steht: sobald es aber über die Biegung des Hebers gekommen, so

wird es nunmehr von dem längern Schenkel fortgezogen. Es giebt noch mehrere andere sehr künstliche Arten, um den Heber zu verstecken, und so dessen Wirkungen auffallender und mehr unterhaltend zu machen; zuweilen ist der Heber in dem Handgriffe verborgen. Dieser Becher wird insgemein der Tantalus-Becher genennt, zufolge der Fabel vom Tantalus, wie sie Homer erzählt.

Der Heber giebt eine sehr wahrscheinliche Auflösung von der Beschaffenheit der zuweilen aufhörenden Quellen, die ich hier durch einen Riß erläutern will. Es sey H I K B Taf. IV. Fig. 2. eine Höhle innerhalb einem Gebürge, von deren Boden aus der unregelmäßige Kanal B D E T, der solchergestalt einen Heber bildet, sich weiter erstreckt. Wird nun durch Regen, Quellen, oder irgend auf eine andere Art diese Höhle angefüllt, so wird das Wasser in dem Schenkel des Hebers oder Kanals steigen, bis es die horizontale Fläche erreicht hat, wo es dann anfängt, durch den Schenkel D E T abzufließen, und so fortfährt zu steigen, und in dem Maße, als das Wasser höher steigt, in größerer Menge abzufließen, bis endlich der Heber sich in vollem Strom ergießt, und die Höhlung ganz ausleert. Nunmehr hört der Strom ganz auf, bis die Höhle wieder angefüllt wird, wo dann die nämlichen Erscheinungen wieder statt haben. Dieses periodische Wiederkehren des Abfließens und Stillstandes wird regelmäßig erfolgen, wenn sich die Höhle auf gleiche Art erfüllt, und hängt von den Dimensionen der Höhle und von verschiedenen andern Umständen ab.

Es kommen verschiedene Beispiele dieser Art in der Natur selbst vor. Zu Gravesend, sagt man, sey ein Sumpf, in dessen Wasser jederzeit Ebbe ist, wenn die Fluth in dem nahe gelegenen Flusse statt hat, so wie Fluth in jenem ist, wenn sie in diesem abgeht. Diese

Erscheinung hat wahrscheinlich ihren Grund in einem unterirdischen Behälter, der gerade so viel Wasser faßt, als in dem Sumpfe steigt und fällt. Zwischen diesem Behälter und dem Sumpfe befindet sich vielleicht ein solcher natürlicher Heber, wodurch sie mit einander verbunden werden, und welcher auf die eben erklärte Art wirkt. Ein zweiter natürlicher Heber kann denn auf gleiche Art das Wasser von dem Sumpfe wegführen, sobald es eine gewisse Höhe erreicht hat.

Zu Lambourn in Worcestershire befindet sich ein Bach, welcher im Sommer hinreichend Wasser hat, eine Mühle zu treiben, da hingegen er im Winter nur sehr wenig Wasser führt. Wahrscheinlich geschieht dieß mittelst eines großen unterirdischen Behälters, welcher bis zu einer gewissen Höhe durch Regen, Schnee u. s. f. im Winter angefüllt wird, und dann als ein natürlicher Heber wirkt, und solchergestalt das Wasser in einem der Oeffnung verhältnißmäßigen Strome wegführt, bis der Behälter so weit leer geworden, als dessen Wirkung reicht.

Ich will dieß durch folgenden Apparat Taf. IV. Fig. 4. zu erläutern suchen. Der obere Kasten A sei mit Wasser angefüllt; eine kleine Röhre führe das Wasser aus diesem Kasten zu der Ausgußröhre bei G, wo es ununterbrochen abfließen wird. Eine andere kleine Röhre D führe Wasser von dem obern Kasten zu einem untern oder zu dem Brunnen B, aus welchem ein Heber ausläuft, welcher sich mit der erstern Röhre verbindet: der Kanal des Hebers sey weiter als der Kanal der das Wasser zuführenden Röhre D; so hoch nun das Wasser von dieser Röhre in dem Brunnen B steigt, eben so hoch wird es auch in dem Heber E e steigen; und wenn der Heber bis oberhalb bei e voll ist, so wird das Wasser über die Biegung laufen, und durch die Mündung abfließen, wo es

dann einen großen Strom bei der Ausgußröhre machen wird, welcher so lange anhält, bis der Heber alles Wasser aus dem Brunnen abgeführt hat; da aber der Heber das Wasser geschwinder und mehr wegführt, als die Röhre Wasser zubringt, so wird er aufhören, und bloß das Wasser aus der kleinen Röhre wird ablaufen, bis die Röhre den Brunnen wieder füllt, worauf das Ausgußrohr wieder so stark wie vorher strömen wird.

Anhang zur dritten Vorlesung.

Von den Verbesserungen der Luftpumpe. *)

Keiner Erfindung hat die Physik mehr zu verdanken, als derjenigen, durch die wir die Luftpumpe erhalten haben: selbst in ihrem ersten unvollkommnen Zustande gab sie schon Gelegenheit zu verschiedenen wichtigen Entdekkungen, welche sich nunmehr seit dieser Zeit her vervielfacht, und zu einem Grade ausgedehnt haben, wovon selbst die ersten Erfinder keinen Begriff haben konnten; ja es scheint sogar, daß die Wissenschaften in eben dem Verhältnisse gestiegen sind, als dieses Instrument größere Verbesserungen und Vervollkommnungen gewonnen hat.

Die Luftpumpen für gewöhnlichen Gebrauch werden entweder mit Schließhähnen, oder mit Ventilen gemacht, um das Zurücktreten der Luft in die Recipienten zu verhindern, aus denen sie ausgepumpt worden ist. Luftpum-

---

*) Cuthbertson's descr. of an improved air-pump.
Philos. Transact. for 1751. 1752 et 1783.
American Transact. Vol. I. Boston, 1785.

pen mit Schließhähnen, wenn sie gut gemacht und neu sind, verdünnen, wie man insgemein findet, die Luft in einem ungleich größern Grade als diejenigen mit Ventilen zu thun vermögend sind; allein, nachdem sie einige Zeit gebraucht worden, werden sie an Genauigkeit von den Ventilen übertroffen. Indessen haben aber auch die Ventile ihre Unvollkommenheiten; denn die äußere Luft, welche auf das Ventil in dem Kolben drückt, verhindert ihr Oeffnen, wenn die elastische Kraft der Luft unter dem Recipienten durch das Auspumpen bereits sehr vermindert worden ist.

Diese Unbequemlichkeit wurde zwar ganz durch eine Einrichtung gehoben, welche die Verbindung zwischen der innern Seite der Zilinder und der äußern Luft abschnitt, aber es blieben doch immer noch Mängel übrig; es wird daher nöthig seyn, daß ich mich in Rücksicht ihrer Bauart etwas weiter verbreite, und sie umständlicher mit solchen zu vergleichen suche, wie sie gewöhnlich gemacht werden.

Ich habe Ihnen bereits gesagt, daß das Ventil am Boden einer Luftpumpe vermöge der Federkraft der Luft geöffnet wird, welche dagegen von unten wirkt, sobald der Druck der Luft über dem Ventile weggenommen wird, welches dadurch geschieht, wenn der Kolben in dem Zilinder gehoben wird.

Um diesen Widerstand von oben ganz wegzunehmen, muß der Kolben so gemacht seyn, daß er genau auf die Platte, worin sich das Ventil befindet, aufsitzt, wenn er hinab gestoßen wird; denn, findet sich irgend ein Raum zwischen dem Boden des Kolben und dem Ventile, so wird ein Theil Luft zurückbleiben, welche (selbst wenn der Kolben am höchsten ausgezogen ist) vermöge ihrer

Ausdehnung zum Theil immer das Oeffnen des Ventils verhindern wird.

Wenn die Luft in dem Recipienten, oder unterhalb dem Ventile bis zu einem gleichen Grade mit der Luft verdünnt ist, die sich in dem Zilinder befindet, (nachdem der Kolben ganz ausgewunden worden ist) so kann das Ventil sich nicht öffnen, weil der Widerstand oberhalb gleich der Kraft unterhalb ist.

Der Widerstand der in dem Stiefel enthaltenen Luft gegen das Ventil am Boden wird gleichförmig der nämliche seyn, weil der Kolben immer in dem nämlichen Abstande davon ist, denn die Atmosphäre drückt beständig auf das Kolbenventil, und verhindert, daß die Luft unterhalb durch dasselbe durchdringt, indem diese Luft viel dünner ist als die Atmosphäre. Wenn daher der Kolben bis zum Boden des Stiefels kommt, so wird diese Luft nicht durch den Kolben entwischen, sondern bloß in dem leeren Raume, der sich zwischen dem Boden des Kolben und dem Ventile am Boden des Zilinders befindet, zusammengedrückt werden, und mit der Atmosphäre von gleicher Dichtigkeit seyn.

Außer diesem Widerstande, welcher von der zurückgebliebenen Luft herrührt, müssen auch noch mehrere Umstände in Erwägung gezogen werden. Die Schwere des Ventils, seine Steifheit und sein Anhängen an die Platte wegen des Oels, ingleichen, daß es straff über der Oeffnung ausgestreckt ist, alles dieses verstopft mehr oder weniger den Durchgang der Luft durch das Ventil, besonders wenn die Federkraft der Luft unter dem Ventile durch die Verdünnung schon sehr geschwächt worden ist.

Bringt man den Widerstand, welcher von diesen Ursachen entspringt, mit in Rechnung, so wird die Dich-

tigkeit der Luft in dem Zilinder, wenn sie in den bereits erwähnten leeren Raum zusammengedrückt wird, gegen die Dichtigkeit der Atmosphäre über dem Kolben um so viel größer seyn, als sie durch diesen Widerstand vermehrt wird, denn jene Verstopfung findet bei beiden Klappen statt. Und so kann auch, wenn diese zurückgehaltene Luft ausgedehnt wird, z. B. hundertmal, während man den Kolben hebt, die Luft in' dem Recipienten nicht bis zu dem nämlichen Grade verdünnt werden, weil der Widerstand des Ventils am Boden des Zilinders dieses verhindert.

Diese Schwierigkeiten suchte nun Herr Smeaton zu heben, indem er dem untern Ventile eine ungleich größere Oberfläche gab, und es auf eine Art von Netz oder Rost brachte, wodurch das Anhängen vermindert wurde, indeß zugleich vermöge der Größe mehr Gewalt angewendet werden konnte, das Ventil zu öffnen.

Um einen großen Theil überwand er auch die Schwierigkeit, die von der Luft herrührt, welche in dem Zilinder zurückbleibt, indem er theils den Kolben so einrichtete, daß er genauer an den Boden anschloß, theils den Druck der Atmosphäre auf den Kolben verminderte; dieß verstattete denn, daß sich das Kolbenventil leichter öffnete, und daher ungleich mehr Luft durchgehen konnte.

Der Druck der Atmosphäre auf den Kolben wurde vermindert, indem er den Zilinder oben mit einer Platte bedeckte, woran sich ein lederner Kragen befand, so daß der zilindrische Theil der Kolbenstange luftdicht hindurch geht. Die Luft, welche durch den Kolben gegangen, wird daher nunmehr aus dem Zilinder durch eine Oeffnung in den Deckel getrieben, wo ein Ventil vorliegt, welches keine Luft in den Stiefel hinein, wohl aber heraus läßt. Der

Kolben selbst schließt übrigens so genau an den Deckel und den Boden des Zilinders, daß so wenig Luft als möglich zurückbleibt.

Nun werden Sie um so mehr im Stande seyn, den Werth der Verbesserungen einzusehen, welche an der Luftpumpe durch Herrn Prince von Massachusets-State gemacht worden sind. Herr Prince schloß nämlich zufolge der bereits gemachten Versuche, der Unvollkommenheit der Ventile abzuhelfen, daß, wenn er die Ventile ganz weglassen könnte, die Verdünnung noch ungleich weiter getrieben werden dürfte. Er unternahm es also nach dieser Idee eine Luftpumpe zu verfertigen. Bei dieser Luftpumpe ließ er das untere Ventil ganz weg, und öffnete den Boden des Zilinders in eine Zisterne, auf welche er ihn stellte, und welche eine freie Verbindung mit dem Recipienten hat, denn das Ventil an dem Deckel des Zilinders, (wo er ganz die Bauart des Herrn Smeaton beibehalten hat,) macht am Boden keins erforderlich, um die Luft in dem Recipienten zu verdünnen.

Diese Zisterne wurde von hinreichender Tiefe gemacht, damit der Kolben bis über den Boden des Zilinders hinaus herabgehen konnte. Ist nun der Kolben ganz aus einer dichten Masse, d. i. ohne Ventil, so treibt er, wenn er in dem Zilinder bis zum Deckel steigt, (welcher mittelst einer Umfassung von Leder luftdicht seyn muß) alle Luft über demselben fort; und da wegen des Ventils in dem Deckel des Zilinders keine Luft in denselben eindringen kann, so wird, wenn der Kolben niedersteigt, solchergestalt ein leerer Raum zwischen demselben und der Deckelplatte entstehen, vorausgesetzt, daß alles vollkommen gut eingerichtet worden ist.

Während-dem Pumpen steigt der Kolben bloß bis unter eine Oeffnung an der Seite des Zilinders nahe am

Boden herab, durch welche die Verbindung zwischen dem Zilinder, der Zisterne und dem Recipienten frei erhalten wird. Durch diese Oeffnung geht die Luft aus der Zisterne in den luftleeren Zilinder, wenn der Kolben unterhalb derselben sich befindet, und bei dem nächstfolgenden Aufsteigen des Kolbens wird sie wie die vorhergehende aus dem Zilinder herausgetrieben. Wenn nun die Capacitäten des Recipienten, der Zisterne, der Röhren u. s. f. unterhalb dem Boden des Zilinders zusammen genommen gleich sind der Capacität des Zilinders, so wird allezeit die Hälfte der zurückgelassenen Luft bei jedem Zuge ausgepumpt werden.

Allein da das Pumpen mit einem dichten Kolben wegen des Widerstandes, den ihm beim Herabsteigen die unter ihm befindliche Luft entgegensetzen würde, (ob schon dieser bei jedem Zuge sich vermindern muß, da die Luft immer dünner wird) sehr beschwerlich fallen müßte, so bohrte Herr Prince ein Loch durch den Kolben, und legte ein Ventil vor, welches sich hinreichend leicht öffnete, um das Beschwerliche beim Pumpen zu vermeiden, da solchergestalt die Luft durch den Kolben schon bei dessen Niedersteigen hindurch gehen konnte.

Indessen hängt der Uebergang der Luft in den Zilinder nicht einzig und allein von dem Durchgange durch den Kolben ab, denn wenn die Luft durch ihre Verdünnung so schwach wird, daß sie nicht mehr im Stande ist, das Kolbenventil zu öffnen, so wird sie doch immer noch in den Zilinder kommen, wenn die Gemeinschaft damit durch die Oeffnung am Boden eröffnet wird. Der Kolben wird daher so leicht als jeder andere niedersteigen, indeß doch sein Ventil die Verdünnung keinesweges hindert. So werden also die Ventile, welchen Smeaton eine solche Einrichtung gab, daß sie sich leichter öffneten, zur Verdün-

nung der Luft ganz unnöthig, weil das Ventil am Boden des Zilinders ganz wegfällt, und nur dasjenige in dem Deckel des Zilinders zur Verdünnung der Luft erforderlich ist.

Nachdem Herr Prince solchergestalt das Ventil weggenommen hatte, so war nun seine nächste Bemühung dahin gerichtet, die Luft noch vollkommner aus dem Zilinder zu bringen, als durch Herrn Smeaton's Luftpumpe geschehen konnte. Dieß erreichte er dadurch, daß er einen vollkommnern leeren Raum zwischen dem Kolben und der Deckelplatte zu bewirken suchte, damit sich mehr Luft in den Zilinder von dem Recipienten ausbreitete. Er suchte daher den Druck der Atmosphäre vor dem Ventile in dem Deckel wegzubringen, welches er vermittelst einer kleinen Pumpe von der nämlichen Bauart, wie die große, bewirkte, welche er dieserwegen die Ventilpumpe nennt. Unter diesen Umständen muß sich aber um so vielmehr Luft ausleeren, da das Kolbenventil sich soviel leichter öffnet.

Was die übrigen besondern Einrichtungen an dieser Luftpumpe betrifft, so verweise ich Sie auf die eigene Abhandlung des Erfinders; das, was ich eben gesagt habe, zeigt hinreichend, nach welchen Grundsätzen die Maschine wirkt. *)

Von der stufenmäßigen Verdünnung der Luft vermittelst einer gemeinen Luftpumpe.

Da Sie nun hinreichend mit der Bauart und dem Mechanism der Luftpumpe bekannt sind, so daß Sie nun-

*) Ich habe am Ende noch einige nähere Bemerkungen wegen dieser Pumpe beigefügt. Die völlige ausführliche Beschreibung derselben aber hoffe ich dem Künstler irgend zu einer andern Zeit liefern zu können. E.

mehr im Allgemeinen die Art einsehen, wie sie wirkt, so kann ich jetzt gewisser Eigenthümlichkeiten erwähnen, deren ich bisher nicht gedacht habe.

Nach dem ersten Anblicke scheint bei jedem Zuge der Pumpe eine gleiche Menge Luft weggenommen zu werden, und dem zufolge müßte der Recipient nach einer gewissen Menge von Zügen vollkommen ausgeleert werden können; denn man muß gestehen, daß, wenn eine gleiche Menge Luft bei jedem Zuge weggenommen wird, der Recipient endlich vollkommen ausgeleert werden dürfte, wie klein man auch diese gleichen Mengen, welche immerfort weggenommen werden, annehmen mag. Wenn also solchergestalt die Luft, die aus dem Recipienten bei jedem Zuge der Pumpe geht, nur den hundertsten Theil derjenigen betrüge, welche sich anfangs in dem Recipienten befand, so müßte nothwendig nach hundert Zügen eine vollkommne Ausleerung statt finden. Beim ersten Anblicke, sagte ich, scheint es nicht unwahrscheinlich, daß sich alles so verhalte; allein, wenn wir die Sache näher betrachten, so werden wir bald finden, daß es sich ganz anders verhält.

Ueberlegen Sie die Sache näher, so werden Sie sogleich finden, daß die bei jedem Zuge ausgeschöpfte Menge keinesweges gleich, sondern bey jedem neuen Zuge vermindert sey, und so fort immer geringer werde, so lange als Sie mit Auspumpen fortfahren; daß folglich kein Recipient jemals vollkommen und ganz ausgeschöpft werden könne, wie lange Zeit Sie auch zu dieser Absicht anwenden dürften, selbst wenn die Maschine ganz frei von allen Mängeln wäre, und alle Vollkommenheit besäße, welche sich von einer solchen Maschine nur erwarten ließe. Es scheint zwar paradox, daß eine gewisse Menge Luft bei jedem Zuge der Pumpe aus dem Recipienten weggenommen werde, und doch nie die ganze Luft ausgeleert

werden könne; allein ich hoffe, ich werde Sie leicht überzeugen können, daß hierin kein Widerspruch liegt, und die Sache sich wirklich so verhält. Zuvörderst aber, und um nicht zu scheinen, als ob ich den Werth unsrer Maschine zu sehr herabsetzen wolle, muß ich noch sagen, daß, ob es schon unmöglich ist, durch Auspumpen einen vollkommen leeren Raum zu erhalten, wir uns doch demselben so sehr nähern können, als es zu unsern Absichten erforderlich ist. Unter einem vollkommen leeren Raume verstehe ich hier bloß einen von Luft leeren Raum, nicht aber eine unbedingte Leere in Rücksicht jeder andern Materie; denn, nicht zu erwähnen, welche andre feine Körperchen wahrscheinlich in unserm Recipienten sich befinden können, so ist es ausgemacht, daß sich darin Lichtstrahlen befinden.

Um diese Behauptungen zu erweisen, muß ich folgenden Satz vorausschicken: — daß die Menge Luft, welche aus dem Recipienten bei jedem Zuge der Pumpe gezogen wird, sich zu der Menge Luft in dem Recipienten unmittelbar vor diesem Zuge verhalte, wie die Capacität oder der Raum des Zilinders, in welchen die Luft aus dem Recipienten sich verbreitet, zur Capacität des nämlichen Zilinders und der Capacität des Recipienten zusammen genommen. Sie wissen, daß in jedem Zilinder sich zwei Ventile befinden, deren unteres im Boden des Zilinders ist, das obere aber an dem Kolben sich befindet. Nun ist der Raum, der zwischen diesen Ventilen statt hat, wenn der Kolben seine größte Höhe erreicht, das, was ich die Capacität des Zilinders nenne, denn derjenige Raum, welcher sich über dem Kolben und unter dem obern Ventile befindet, trägt zum Auspumpen des Recipienten nichts bei, und es kann daher hier weiter keine Rücksicht

darauf genommen werden. Auf gleiche Art verstehe ich unter Capacität des Recipienten nicht bloß den Raum, der sich unmittelbar unter dem Recipienten befindet, sondern auch den Raum in dem Kanal der Communicationsröhre bis zu dem Bodenventile, desgleichen den Raum in dem obern Theile des Mercurialzeigers. Diese beigängigen Räume sind freilich sehr klein und unbeträchtlich: allein, wenn wir sehr genau verfahren wollen, so müssen wir sie auch mit in Rechnung bringen, und sie als Theile des Recipienten ansehen. Um die Wahrheit dieses Satzes vollkommen einzusehen, müssen wir bemerken, daß, so wie der Kolben aufwärts von dem Boden des Zilinders bewegt wird, er einen leeren Raum hinter sich zurücklassen würde, wenn nicht Luft aus dem Recipienten einströmte. Die Luft strebt, wie Sie wissen, ununterbrochen, vermöge ihrer Elastizität, sich in einen größern Raum auszubreiten, und eben dieses Bestrebens wegen geschieht es, daß sie das Bodenventil öffnet, und in den leeren Theil des Zilinders geht, sobald der aufgezogene Kolben ihr dieß gestattet; dieß geschieht dann so lange, bis sie von gleicher Dichtigkeit in dem Zilinder wird, wie in dem Recipienten: denn wäre ihre Dichtigkeit in dem Zilinder geringer als in dem Recipienten, so würde auch ihre elastische Kraft, welche mit der Dichtigkeit derselben jederzeit in Verhältniß steht, geringer seyn, und müßte daher der Luft in dem Recipienten nachgeben, bis endlich die Dichtigkeiten einerlei würden. Die Luft also, welche unmittelbar vor diesem Zuge der Pumpe bloß in dem Recipienten sich befand, ist nun gleichförmig in den Recipienten und in den Zilinder vertheilt; hieraus aber erhellet, daß die Menge der Luft in dem Zilinder sich zur Menge der Luft innerhalb dem Recipienten und dem Zilinder zusammen genommen verhält, wie die Capacität des Zilinders sich verhält zur Capacität des Zilinders und des Recipienten zusammen genommen. Nun ist aber die Luft

in dem Zilinder diejenige Menge, welche aus dem Recipienten vermittelst dieses Zuges der Pumpe genommen ward, und die Luft in dem Zilinder und in dem Recipienten zusammen genommen ist diejenige, welche sich in dem Recipienten unmittelbar vor dem Zuge befand: die Wahrheit des Satzes ist also einleuchtend, daß nämlich die Menge der Luft, welche bei jedem Zuge der Pumpe aus dem Recipienten genommen wird, sich verhält zur Menge der Luft in dem Recipienten unmittelbar vor diesem Zuge, wie die Capacität des Zilinders, in welchen die Luft aus dem Recipienten tritt, zur Capacität des nämlichen Zilinder und der Capacität des Recipienten zusammen genommen.

Dieses durch ein Beispiel noch mehr zu erläutern, wollen wir annehmen, daß die Capacität des Recipienten zweimal so groß sei, als die Capacität des Zilinders; es wird solchemnach die Capacität des Zilinders zur Capacität des Zilinders und des Recipienten zusammen genommen seyn wie 1 zu 3, und die Menge der ausgepumpten Luft bei jedem Zuge der Pumpe steht daher zur Menge der Luft, welche sich in dem Recipienten unmittelbar vor diesem Zuge befand, in dem nämlichen Verhältnisse. Mittelst des ersten Zugs der Pumpe wird also der dritte Theil der Luft in dem Recipienten weggenommen; bei dem zweiten Zuge wird ebenfalls der dritte Theil der dann zurückgebliebenen Luft ausgezogen; beim dritten Zuge wieder der dritte Theil der zuletzt übrig gelassenen Luft; beim vierten Zuge wieder der dritte Theil u. s. f.; die Menge der bei jedem Zuge ausgepumpten Luft vermindert sich also in dem nämlichen Verhältnisse mit der Menge der in dem Recipienten unmittelbar vor jedem Zuge zurückgebliebenen Luft: denn es ist offenbar, daß der dritte, oder irgend ein andrer bestimmter Theil irgend einer Menge nothwendig in dem nämlichen Verhältnisse sich vermindern muß, in welchem sich die ganze Menge

vermindert. Dieß wird, wie ich hoffe, hinreichend seyn, meine obige Behauptung, daß die bei jedem Zuge ausgepumpte Menge nicht gleich sey, sondern beständig fort vermindert werde, zu beweisen.

Ich will nunmehr fortfahren, Ihnen zu zeigen, daß die im Recipienten nach jedem Zuge zurückgebliebene Luft in einer geometrischen Progression vermindert werde. Es ist bereits bewiesen worden, daß die in dem Recipienten nach jedem Zuge der Pumpe zurückgebliebene Luft, zu der Luft, welche sich in dem Recipienten unmittelbar vor diesem Zuge befand, sich verhalte wie die Capacität des Recipienten zur Capacität des Zilinders und des Recipienten zusammen genommen; oder mit andern Worten, daß die Menge der Luft in dem Recipienten bei jedem Zuge der Pumpe in dem Verhältnisse der Capacität des Recipienten zur Capacität des Zilinders und des Recipienten zusammen genommen vermindert werde: jede folgende zurückbleibende Menge ist daher in dem nämlichen gegebnen Verhältnisse immer geringer als die nächst vorher zuruckgebliebene, d. i. die Ueberreste stehen in einer geometrischen Progression, die immerfort abnimmt. Lassen Sie uns aber wieder auf unser erstes Beispiel zurückkehren; es wird dieß ein etwas verschiedenes Licht über diese Materie verbreiten. Die beim ersten Zuge ausgepumpte Menge betrug, wie Sie sich erinnern werden, den dritten Theil der innerhalb dem Recipienten enthaltnen Luft, so daß also der Ueberrest zwei Drittheile derselben seyn wird; aus demselben Grunde wird nun der Ueberrest nach dem zweiten Zuge zwei Drittheile des vorhergehenden Ueberrests seyn u. s. f., indem die Abnahme jederzeit in demselben Verhältniß von zwei zu drei erfolgt: folglich stehen die abnehmenden Größen selbst in einer geometrischen Progression. Vorher wurde erwiesen, daß die bei jedem Zuge ausgeleerten Mengen in demselben Verhältnisse abnehmen

wie jene Ueberreste, daher stehen auch die bei jedem Zuge ausgeleerten Mengen gleichfalls in einem geometrischen Verhältnisse. Erinnern Sie sich also wohl, daß beide, die Ausleerungen und die Ueberreste, in einerlei geometrischen Reihe abnehmen. Wenn aber die Ueberreste in einer geometrischen Reihe abnehmen, so müssen Sie bei fortgesetztem Auspumpen dieselben so geringe machen können, als Sie für erforderlich halten, d. h. Sie können sich dem vollkommen leeren Raum so weit, als Sie selbst wollen, nähern. Allein dem ohnerachtet werden Sie doch niemals den Ueberrest ganz aufheben können. Wollte man sagen, daß es möglich sey, so kann ich das Gegentheil folgendermaßen beweisen: — Vor dem letzten Zuge der Pumpe, von dem man sagt, daß er den Ueberrest ganz wegnehme, muß man doch zugeben, daß noch ein Ueberrest da war; dieser Ueberrest nun wird aber durch diesen letzten Zug nur in einem gewissen Verhältnisse vermindert, wie ich vorher schon bewiesen habe, folglich ist die Behauptung, daß er ganz weggenommen werde, falsch.

Es giebt dreierlei Arten von Maßstäben oder Proben, deren man sich bei der Luftpumpe bedient, um die Grade der Verdünnung der Luft zu messen; die erste heißt die **lange Barometerprobe**; die zweite die **kurze Barometerprobe**; die dritte die **Birnprobe** oder das **Manometer**. Die zwei ersten zeigen die Elastizität des Fluidum in dem Recipienten, bestimmen aber nicht, ob es bleibend elastische Luft ist; die dritte zeigt die Dichtigkeit der in dem Recipienten befindlichen Luft, ohne alle Rücksicht auf solche Dünste, die gleichfalls eine elastische Form in dem leeren Raume annehmen können. Taf. I. Fig. 11. Die abgekürzte Barometerprobe erhält öfters die Gestalt eines umgekehrten Hebers, dessen einer Schenkel offen, der andere aber zugeschmolzen ist; sie ist übrigens auch unter dem Namen

Mairan's abgekürzter Mercurialzeiger bekannt. Taf. I. Fig. 12.

Ich halte es hier für erforderlich, noch etwas in Rücksicht des stufenmäßigen Steigens des Quecksilbers in der langen Barometerprobe, womit wir auch bereits verschiedene Versuche angestellt haben, zu sagen. Sie haben nämlich gesehen, daß, so lange als die Pumpe arbeitete, das Quecksilber fortfuhr zu steigen, und sich immer mehr und mehr der Normalhöhe eines gewöhnlichen Barometers näherte, welche, wie sie wissen, ohngefähr 29½ Zoll beträgt, etwas weniges darüber oder darunter, je nach der Veränderung der Witterung in den Jahreszeiten. Ich muß Ihnen also hier nur noch beweisen: daß der Unterschied der Höhe des Quecksilbers in dem Mercurialzeiger von der Normalhöhe eines gewöhnlichen Barometers sich jederzeit verhält wie die Menge Luft, welche in dem Recipienten zurückbleibt; daß ferner die Höhe des Quecksilbers in der Barometerprobe mit der Menge Luft, welche aus dem Recipienten gepumpt worden ist, in Verhältniß steht; daß endlich auch das Steigen des Quecksilbers bei jedem Zuge der Pumpe mit der bei jedem Zuge ausgepumpten Menge im Verhältniß stehe.

Diese Behauptungen vollkommen einzusehen, müssen Sie erwägen, daß der ganze Druck der Atmosphäre auf das Quecksilber in dem Behälter der Probe einer Quecksilbersäule von der Normalhöhe gleich ist, und ihr das Gleichgewicht hält. Wenn also in der Probe das Quecksilber noch nicht die Normalhöhe erreicht hat, so ist offenbar, daß der Druck der zur Normalhöhe fehlenden Menge Quecksilbers von irgend einem andern gleichen Drucke ersetzt werde, und dieser Druck ist die elastische Kraft der noch in dem Recipienten befindlichen Luft, die, da sie mit dem obern Theile der Probe, wie Sie wissen, Gemeinschaft

hat, das Quecksilber hindert bis zur Normalhöhe zu steigen, welche es außerdem erreichen würde. Die Elastizität der Luft in dem Recipienten ist also dem Gewichte des noch fehlenden Quecksilbers gleich: nun ist aber das Gewicht dieses noch fehlenden Quecksilbers dem Raume verhältnißmäßig, den es einnehmen sollte, oder dem Unterschiede der Höhe des Quecksilbers in der Probe von der Normalhöhe: also verhält sich auch die Elastizität der übrig gebliebenen Luft, wie dieser Unterschied. Da nun ferner vorher erwiesen worden, daß die Dichtigkeit irgend einer gegebenen Menge Luft sich allezeit verhält wie ihre Elastizität, im gegenwärtigen Falle aber die Menge sich verhält wie die Dichtigkeit, so folgt, daß die Menge der in dem Recipienten zurückbleibenden Luft mit dem Unterschiede der Höhe des Quecksilbers in der Probe von der Normalhöhe in Verhältniß steht: welches das erste war, das bewiesen werden mußte. Hieraus folgt nun wieder, daß die Menge Luft, welche sich zuerst in dem Recipienten befand, ehe zu pumpen angefangen wurde, der ganzen Normalhöhe verhältnißmäßig sey, folglich auch der Unterschied der Luft, welche sich zuerst in dem Recipienten befand, und derjenigen, welche nach einer gewissen Anzahl von Zügen zurückbleibt, d. i. die Menge der ausgepumpten Luft, dem Unterschiede der Normalhöhe und der erwähnten fehlenden Höhe, d. i. der Höhe des Quecksilbers in der Probe nach einer gewissen Anzahl von Zügen; welches das zweite war, das bewiesen werden mußte. Hieraus endlich folgt, daß die Menge der mit jedem Zuge der Pumpe ausgepumpten Luft mit dem Steigen des Quecksilbers bei jedem Zuge in Verhältniß stehe; welches das letzte war, was erwiesen werden mußte.

Diese Folgerungen stimmen auch vollkommen mit den Versuchen überein, welche uns die Menge der ausgeleerten Luft durch die Menge des Wassers zeigten, welches

nachher den von jener Luft in unserm Recipienten verlassenen Platz einnahm. Lassen Sie mich hier nochmals erinnern, daß die Menge Luft, die bei jedem Zuge weggenommen wird, dem Steigen des Quecksilbers bei diesem Zuge verhältnißmäßig ist, daß die ganze vom Anfange des Pumpens an ausgeleerte Menge mit der ganzen Höhe des Quecksilbers im Verhältnisse stehet; und daß die Menge, welche in dem Recipienten zurückbleibt, sich verhält wie der Unterschied dieser Höhe von der Normalhöhe.

Wir wollen nun zur Anwendung der übrigen vorher gemachten Versuche fortgehen. Nach diesen Versuchen fanden wir, wie Sie sich erinnern werden, daß die verschiedenen Höhen, zu welchen das Quecksilber in der Barometerprobe bei jedem Zuge der Pumpe stieg, in einer geometrischen Reihe abnahmen; kurz vorher ist aber bewiesen worden, daß die Mengen der bei jedem Zuge ausgepumpten Luft sich wie jene Höhen verhalten. Wir können daher ebenfalls ganz sicher aus Versuchen folgern, was wir vorher durch eine Reihe von Schlüssen fanden, daß nämlich die Mengen der bei jedem Zuge der Pumpe ausgepumpten Luft beständig fort in einer geometrischen Reihe abnehmen. Da ferner diese Höhen, zu welchen das Quecksilber steigt, eben die Unterschiede der bei jedem Zuge der Pumpe sich ergebenden fehlenden Höhen von der Normalhöhe sind, so folgt, daß die fehlenden Höhen gleichfalls in der nämlichen geometrischen Progression abnehmen. Denn es ist ein allgemeiner Lehrsatz, daß alle Größen, deren Differenzen sich in einer geometrischen Progression befinden, auch selbst in der nämlichen geometrischen Progression fortlaufen. Sind nun die fehlenden Höhen in einer abnehmenden geometrischen Progression, und die Mengen der in dem Recipienten zurückgebliebenen Luft stehen mit den fehlenden Höhen (wie ich bereits bewiesen habe) im Verhältniß; so folgt aus den nämlichen Versuchen, daß

die Mengen der Luft, welche in dem Recipienten nach jedem Zuge der Pumpe zurückbleiben, in einer geometrischen Reihe abnehmen; welches das zweite war, welches wir vorher durch eine Reihe von Schlüssen folgerten.

Die kurze Barometerprobe Taf. I. Fig. 2. besteht aus einer sechs oder acht Zoll langen Röhre, die mit Quecksilber gefüllt, und in einem kleinen Becken an demselben auf die nämliche Art umgewendet wird, wie das gewöhnliche Barometer. In dieser Probe fängt das Quecksilber nicht eher an zu fallen, als bis ohngefähr drei Viertheile der Luft ausgepumpt worden sind, worauf es sodann anfängt, den Grad der Verdünnung zu zeigen, welcher sich verhält wie die Höhe seiner Säule zur Höhe des Quecksilbers in dem gewöhnlichen Barometer.

Die Birnprobe *) Taf. I. Fig. 11. würde die zuverlässigste seyn, wenn nicht die meisten flüssigen Substanzen, wie bereits von Nairne vollkommen ist bewiesen worden, eine elastische Form annähmen. Aus diesem Grunde kann sie aber, wenn der Druck der Atmosphäre weggenommen wird, selten die Elastizität oder den wirklichen Druck des in dem Recipienten zurückgebliebenen Fluidum anzeigen.

Mittelst dieser Probe entdeckte Nairne, daß verschiedene Substanzen, wenn sie unter den Recipienten gebracht werden, während dem Auspumpen eine Art von Dampf

*) In Rücksicht der Birnprobe findet man viel lesenswerthes in Brooks Erfahrungen über die Elektrizität, welche ich hier bloß anführen kann, so wie darüber außerdem ein nicht unwichtiger Beitrag von Herrn Professor Schmidt in Grens Physik. Journ. II. B. 2. St. geliefert ist, der näher untersucht zu werden verdient. G.

geben, welcher durch seine Ausdehnung den größten Theil der bleibenden Luft austreibt; allein daß, so wie wieder Luft zugelassen wird, dieser Dampf seine Ausdehnbarkeit verliert, und in seinen vorigen verdichteten Zustand zurücktritt.

Daher rührt der große Unterschied in den Resultaten, indem diese Probe zuweilen anzeiget, daß die wirkliche Luft aus dem Recipienten bis auf $\frac{1}{10000}$ Theil ausgezogen worden, während andere Proben eine kaum zweihundertmalige, und oft noch geringere Verdünnung angeben.

Die Birnprobe Taf. I. Fig. 11. besteht aus einer gläsernen Röhre, die sich in einen Bauch von der Gestalt einer Birne ausweitet, und ohngefähr ein halbes Pfund Quecksilber fassen kann: sie ist an dem untern Ende offen, an dem andern obern Ende aber ist sie zugeschmolzen. Hat man nun vermittelst einer feinen Wage gefunden, wie sich das Gewicht einer in der Röhre enthaltenen Quecksilbersäule von bestimmter Länge zu dem in dem ganzen Gefäße enthaltnen verhält, so ist es dann leicht, Theilungen auf der Röhre zu bemerken, die dem tausendsten Theile der ganzen Capacität entsprechen; und da jeder derselben ohngefähr den zehnten Theil eines Zolls beträgt, so kann er leicht noch in andre kleinere Theile eingetheilt werden. Diese Probe wird während dem Auspumpen des Recipienten in demselben vermittelst eines aufgeschlitzten Drahts aufgehangen. Ist nun das Auspumpen so weit geschehen, als man es für erforderlich hält, so wird die Probe herabgedrückt, bis das offne Ende in dem darunter stehenden Gefäße mit Quecksilber taucht; wird dann wieder Luft eingelassen, so steigt das Quecksilber in der Probe, bis die darin zurückgebliebene Luft von gleicher Dichtigkeit wird wie die äußere; und da die Luft allezeit den höchsten

Ort einnimmt, so wird die Ausdehnung durch die Zahl der Theilungen bestimmt werden, welche die Luft in dem obern Theile der Röhre einnimmt.

Herr Nairne setzte die kurze Barometerprobe und die Birnprobe nebst einem gläsernen Gefäße, das einen hölzernen Fuß hatte, beide zusammen unter einen Recipienten, welcher auf ein von Oel und Talg durchweichtes Leder auf den Teller der Luftpumpe gestellet wurde. Mit der Pumpe wurde sodann gegen zehn Minuten lang gearbeitet, wodurch das Quecksilber in der kurzen Barometerprobe bis ohngefähr auf den zehnten Theil eines Zolls von der Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße herabfiel, und in der langen Barometerprobe ohngefähr auf den zehnten Theil eines Zolls von der Höhe des Quecksilbers in einem Normalbarometer stieg, welches damals auf 30 Zoll stand. Man sahe also hieraus, daß der Druck auf die Oberfläche des Quecksilbers in dem Glasgefäße, und in der Röhre der langen Barometerprobe auf ohngefähr den dreihundertsten Theil vermindert worden war: und als man nunmehr die Birnprobe herabdrückte, bis ihr offnes Ende sich unter der Oberfläche des Quecksilbers in dem Glasgefäße befand, und wieder Luft einließ, so schien es nach dieser Probe, daß man alle Luft bis auf den sechstausendsten Theil ausgepumpt habe; oder mit andern Worten, daß der Grad der Verdünnung zufolge dieser Probe 6000 gewesen sey.

Herr Nairne unternahm noch verschiedene andre Versuche, welche aber alle zeigten, daß ein großer und beträchtlicher Unterschied zwischen der Birnprobe und andern Elastizitätszeigern statt habe. Diese Unterschiede erkläret Herr Cavendish auf folgende Art: „Es scheint, sagt er, zufolge einiger Versuche, daß Wasser, wenn der Druck der Atmosphäre auf dasselbe bis zu einem gewissen Grade

vermindert wird, sich sogleich in Dämpfe verwandle, welche aber auch sogleich wieder niedergeschlagen werden, wenn man wieder Luft zulasse, und diese ihren vollen Druck äußere. Dieser Grad des Drucks ist verschieden, je nachdem das Wasser mehr oder weniger Wärme besitzt. Wenn die Wärme desselben 72° Fahrenh. beträgt, so verwandelt es sich in Dampf, sobald als der Druck nicht größer ist, als derjenige von drei Viertheilen eines Zolls Quecksilber, oder ohngefähr der vierzigste Theil des gewöhnlichen Drucks der Atmosphäre; allein ist die Wärme nur 41°, so muß der Druck demjenigen des vierten Theils eines Zolls Quecksilber gleich gemacht werden, ehe das Wasser sich in Dampf verwandelt. Es ist wahr, daß Wasser, wenn es der freien Luft ausgesetzt wird, bei jeder Wärme ausdampft, so wie bei jedem Drucke, den die Atmosphäre darauf äußert; allein diese Ausdünstung ist ganz der Wirkung der Luft auf dasselbe zuzuschreiben, da hingegen die Ausdünstung, von welcher hier die Rede ist, ohne allen Beistand von der Luft erfolgt. Hieraus folgt, daß wenn der Recipient bis zu dem oben erwähnten Grade ausgepumpt wird, die Feuchtigkeiten der verschiednen Theile der Maschine sich jetzt in Dampf verwandeln, und die Stelle der Luft ersetzen werden, welche ununterbrochen durch die Pumpe weggenommen wird, und daß also das Fluidum in der Birnprobe sowohl, als dasjenige in dem Recipienten größtentheils Dampf seyn werde. Wird nunmehr wieder Luft in den Recipienten gelassen, so wird jetzt aller Dampf innerhalb der Birnprobe wieder in Wasser verwandelt, und nur allein die wirkliche Luft wird unverdichtet zurückbleiben; folglich zeigt die Birnprobe bloß, wie viel wirkliche Luft in dem Recipienten zurückgeblieben ist, nicht aber, um wie viel der Druck oder die Federkraft des eingeschlossenen Fluidum vermindert worden ist; da hingegen die gewöhnlichen Elastizitätsproben zeigen, um wie viel der Druck des eingeschlossenen Flui-

dum, und zwar gleichviel ob es aus Luft oder Dämpfen bestehe, vermindert worden ist."

Nach dem, was hier Herr Cavendish zu so völliger Zufriedenheit zur Ursache des Unterschieds zwischen den beiden Proben angiebt, scheint es, daß, wenn die Feuchtigkeit so viel als möglich vermieden werden könnte, beide Proben vielleicht fast mit einander übereinstimmen dürften, welches auch durch eine Reihe verschiedener Versuche sich bestätiget hat, von denen ich hier folgende ausheben will.

Nachdem der Teller der Luftpumpe so rein und trokken als möglich gemacht worden, so setzte man auf denselben die vorher erwähnte kurze Barometerprobe, und die Birnprobe, nebst einem gläsernen Gefäße, in welchem sich das Quecksilber befand. Alles wurde sodann mit einem Recipienten bedeckt, um welchen äußerlich ein Zement gelegt wurde, so daß keine Luft von außen zudringen konnte. Jedes Stück, das unter den Recipienten gestellet ward, so wie der Recipient selbst, wurde vorher so rein und frei von aller Feuchtigkeit gemacht, als es nur möglich war. Man hielt nunmehr mit Auspumpen gegen zehn Minuten lang an, wo dann die Barometerproben einen Grad der Verdünnung von beinahe 600 angaben: jetzt ließ man wieder Luft unter den Recipienten, wo auch die Birnprobe einen Grad der Verdünnung angab, der nur etwas weniges mehr über 600 war. Ich muß hier noch bemerken, daß das Pumpen bei jedem in der Folge erwähnten Versuche jederzeit zehn Minuten lang dauerte, und der nämliche Recipient auf dem Pumpenteller mit dem Zemente blieb, außer wo der Fall anders angegeben worden. Der obere Theil dieses Recipienten war offen, um das, was man nöthig hatte, einsetzen zu können. Diese nahe Uebereinstimmung der Birnprobe mit den Barometerproben bei diesem letztern Versuche, wo

man alle Feuchtigkeit soviel als möglich zu vermeiden gesucht hatte, schien also ganz außer Zweifel zu setzen, daß ihr Unterschied bloß (wie Herr Cavendish vermuthete) von der Feuchtigkeit herrühre, die man nie sorgfältig genug vermieden habe. Allein, da doch noch aus dem in Oel und Talg getränkten Leder, so wie aus dem hölzernen Fuße, welcher an das gläserne Gefäß geküttet worden, Feuchtigkeiten in Dämpfen aufsteigen konnten, so wurde folgender Versuch unternommen.

Ein Stück mit Alaun zubereitetes Leder, dergleichen man unter dem Namen des weißen Schaafleders kennt, ohngefähr von vier Zoll im Durchmesser, welches in Oel und Talg seit etwa einem Jahre eingeweicht worden war, (auf dergleichen war auch der Recipient in dem ersten und zweiten Versuche gestellet worden) wurde in den Recipienten gelegt; man pumpte hierauf aus, wo dann die Barometerprobe eine Verdünnung von beinahe 300 Grad anzeigte, da hingegen die Birnprobe, als man die Luft wieder zuließ, eine Verdünnung von 4000 Grad zeigte.

Das Stück Leder ward hierauf herausgenommen, es wurde wieder ausgepumpt, und der Grad der Verdünnung schien nach beiden, nach der Barometerprobe sowohl als nach der Birnprobe, ohngefähr 600 zu seyn, so wie es bei dem dritten Versuche der Fall war.

Ein Zilinder, welcher aus einem Stücke Buxbaumholz gemacht worden, welches länger als ein Jahr gelegen, ohngefähr einen Zoll im Durchmesser, und drei Zoll Länge hatte, wurde in den Recipienten geleget; (dieses Stück Holz war von der nämlichen Art wie dasjenige, was an den Fuß des gläsernen Gefäßes geküttet worden, dessen man sich beim ersten und zweiten Versuche bedient hatte); es ward sodann gepumpt, und der Grad der Verdünnung

schien nach der Barometerprobe 300, nach der Birnprobe aber 16,000 zu seyn.

Diese Versuche wurden öfters wiederholt, allein das Resultat war selten einerlei. Wenn Leder, das mit Oel und Talg getränkt worden, unter den Recipienten gelegt wurde, so zeigte die Birnprobe nicht selten 20,000 Grade der Verdünnung, und zuweilen nicht mehr als 500. Eben so verschieden fielen die Versuche mit dem Buchsbaumholze aus, welches vielleicht den verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zugeschrieben werden muß.

Aus diesen Versuchen sieht man also, daß aus dem mit Alaun zubereiteten und in Oel und Talg getränkten Leder, so wie auch aus dem Stücke Buchsbaumholz elastische Dämpfe aufsteigen, wenn der Druck der Atmosphäre zum Theil vermöge der Wirkung der Luftpumpe weggenommen worden; daß diese Dämpfe auf die Oberfläche des Quecksilbers in der langen und kurzen Barometerprobe drücken; und daß folglich die Anzeige beider dieser Proben der Einwirkung dieser Dämpfe sowohl, als des geringen Ueberrests der gemeinen Luft unterworfen ist. Auf die Birnprobe hingegen, deren Beschaffenheit es mit sich bringt, daß sie nicht eher anzeigt, als bis die übrig gebliebene, in ihr enthaltene Luft so zusammen gedrückt worden, daß sie mit der Atmosphäre von der nämlichen Dichtigkeit wird, und da die Dämpfe durch diesen Druck niedergeschlagen werden, haben diese Dämpfe keinen Einfluß, und sie zeigt bloß die übrig gebliebene Menge wirklicher Luft an.

Vorsichten in Rücksicht des genauen Auspumpens.

Aus den vorhergehenden Versuchen erhellet, daß wenn man sehr genaue Versuche anstellen will, der Reci-

pient nicht auf Leder gesetzt werden darf, das in Oel oder in Wasser eingeweicht worden, sondern daß der Teller der Pumpe sowohl, als die innere Seite des Recipienten vollkommen trocken, und mit einem warmen Tuche abgerieben werden müssen. Dann kann man den Recipienten auf den Teller setzen, und seinen äußern Rand rings herum mit Schweinefett, entweder allein, oder mit Oel gemischt, beschmieren; unter dieser Vorsicht wird die Pumpe am stärksten exantliren, und was in dem Recipienten zurückbleibt, und die Pumpe nicht ausleeren kann, ist wirkliche bleibende Luft.

Eine nöthige Vorsicht ist ferner, daß nach jedem Versuche, wobei sich Dämpfe entwickelt haben, die Pumpe wieder vollkommen gereiniget wird, ehe andere Versuche unternommen werden, weil dieses Fluidum oder dieser Dampf nicht nur in dem Recipienten, sondern auch in den Röhren und in dem Zilinder der Pumpe zurückbleibt, und sich, wenn die Luft wieder verdünnt wird, wieder wie vorher ausbreitet.

Um die Pumpe von diesem Dampfe zu reinigen, nehme man einen großen Recipienten, und nachdem man ihn, wie bereits vorgeschrieben worden, ausgewischt hat, so pumpe man ihn so weit als möglich aus. Der ausdehnbare Dampf, welcher in dem Zilinder und in den Röhren zurückblieb, wird sich nun auch durch den Recipienten verbreiten, und folglich um so viel mehr verdünnen, als die hinzugekommene Capacität des Recipienten größer ist, als diejenige der Pumpe und der Röhren. Ist der Recipient groß, so wird ein Auspumpen hinreichend seyn, um die Pumpe so weit zu reinigen, daß das, was noch übrig bleibt, weiter von keinen Folgen ist. Ist aber der Recipient klein, so muß dieß zwei bis dreimal wiederholet werden.

Ich merke hier noch an, daß bei guten Luftpumpen der Teller und die Ränder des Recipienten zwar so gut abgeschliffen sind, daß man selten eines Leders bedarf, allein da die Platte, wenn man die Recipienten trocken aufsetzen wollte, Risse bekommen und sonst Schaden leiden würde, so ist es immer besser, Schweineschmalz oder Talg an die Ränder zu streichen, welches verhindert, daß die Ränder der Recipienten dem Teller nicht schaden, und woraus gleichwohl kein Dampf aufsteiget. *)

*) Sehr schöne Bemerkungen in Rücksicht der Luftpumpe und ihrer Anwendung findet man in Brook's Miscell. Exper. wovon auch eine deutsche Uebersetzung herausgekommen ist. G.

Vierte Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften der Luft.

Als ich diese Vorlesungen niederschrieb, hatte ich hauptsächlich viererlei Absichten: 1) zu zeigen, daß eine genaue Verbindung zwischen der Natur, Moral und Theologie statt finde. „Der große Urheber aller Dinge, in allen möglichen Beziehungen auf den Menschen betrachtet, sollte, um mich der Worte eines unsrer ersten Schriftsteller zu bedienen, der Gegenstand seyn, worauf alle unsere Bemühungen und Untersuchungen gerichtet wären, da er der Mittelpunkt aller Wahrheit, und die Quelle alles Seyns und aller Vollkommenheit ist. Was keinen beständigen Bezug auf ihn hat, lenkt von dem wahren Wege ab, und muß nothwendig zu Irrthum und zu Geistesverderbniß führen;“ denn der wahre Gesichtspunkt der Philosophie wird Ihnen zeigen, „daß, was eigentlich in der Natur bleibend und unveränderlich wahr in moralischer sowohl, als politischer Rücksicht ist, was seine Dauer und Wahrheit der Ewigkeit und der Unveränderlichkeit der göttlichen Ursache aller Dinge, dem Schöpfer der sichtbaren Dinge — dem Vater aller moralischen Wesen — dem Urheber aller guten Ordnung zu verdanken hat. Das, was in irgend einer Wissenschaft und Kenntniß bewiesen werden kann, — was gewiß und zuverlässig in jeder Kunst ist, die von diesen Kenntnissen und Wissenschaften abhängt, erhält seine Deutlichkeit in der Theorie, und seine Gewißheit in der Ausübung, von den an sich selbst ein-

leuchtenden Grundsätzen der Vernunft, deren Quelle das göttliche Wesen ist."

Die Naturphilosophie in ihrem ganzen Umfange, in ihrem richtigen Gebrauche, und ihrer Anwendung ist eine edle Wissenschaft; allein sie nur allein auf Natur, Materie, Bewegung und Mechanismus einschränken, und alle Moralität und Theologie ausschließen, heißt sie zu sehr begränzen, herabwürdigen, und sie zu einer der niedrigsten Beschäftigungen des Lebens machen.

2) Meine zweite Absicht war: dieses Werk zu einer Art von natürlicher und praktischer Logik zu machen, die Sie in Stand setze, dasjenige, was wahr und bleibend ist, von dem, was leer und eitel genannt werden muß, gehörig zu unterscheiden; jede unschickliche Anhänglichkeit an irgend ein System zu verhindern, und dem Einflusse von irgend einem Namen oder einem Ansehen in einer Wissenschaft entgegen zu arbeiten, wo freie Untersuchung in ihrem ganzen Umfange Statt haben, und wo Wahrheitsliebe und Unbefangenheit jederzeit die Oberhand behaupten muß.

Es thut mir wehe, nach meiner Ueberzeugung sagen zu müssen, daß Philosophie noch zu sehr von einer Intoleranz beherrscht wird, welche die Fortschritte der Wissenschaft hemmt, und sie in sehr enge Gränzen einschließt. Auch ist nicht selten der Eifer ihrer Bekenner so groß, daß sie keine Erörterung der Grundsätze dulden wollen, die sie einmal angenommen haben. Dieß beweist aber, daß sie jener liberalen, unbefangenen Gesinnung ermangeln, welche, indem sie den Verstand ermuntert, die Wirkungen bis zu ihren Ursachen zu verfolgen, die Mutter neuer Entdeckungen wird.

Glücklich würde ich mich schätzen, wenn diese Bemerkungen Ihnen eine reinere Liebe der Wahrheit einflößen

flößen sollten, und wenn ich Ihnen angewöhnen könnte, anstatt zu untersuchen, wer dieß geschrieben habe, bloß auf dasjenige Rücksicht zu nehmen, was geschrieben worden ist, und so jenes formale Disputiren zu vermeiden, wo, nach Bacons Ausdrucke, mehr nach Sieg als nach Wahrheit gestrebt wird.

3) Meine dritte Absicht war, Ihnen die Gränzen anzugeben, die dem menschlichen Verstande gesteckt sind, und, indem ich Ihnen zeigte, wie wenig wir in die Natur der Dinge eindringen können, Sie dahin zu vermögen, sorgfältig zu beobachten, und vorsichtig zu urtheilen; Sie eines Theils zu ermuntern, Ihre Untersuchungen der Natur zu verfolgen, dabei aber nie zu vergessen, daß unsre Sinne uns täuschen können, und die Kräfte unsers Verstandes sehr beschränkt sind; und andern Theils Sie vor der eiteln Sucht zu warnen, alle Erscheinungen erklären zu wollen. Viele Erscheinungen in der Natur lassen sich nicht erklären, und wir müssen zuweilen uns ergeben, das zu bewundern, was wir nicht einsehen; so wie wir mit Staunen über den Ocean hinblicken, ob wir schon den Boden desselben nicht sehen können.

Eingedenk also nicht nur der Trüglichkeit, welche nur zu oft die höchsten Anstrengungen der menschlichen Vernunft begleitet, sondern auch des Dunkels, in welches der Urheber aller Kenntnisse einige ihrer angelegentlichsten und wichtigsten Theile gehüllet hat; und überzeugt, daß das Forschen nach Wahrheit Ihre Schuldigkeit ist, und einen großen Theil Ihrer Glückseligkeit ausmacht, müssen Sie Ihre Bemühungen immer mit Demuth, Fleiß, Verlangen, und mit allen andern guten Eigenschaften des Herzens und Verstandes, mit H o f f n u n g, aber auch mit F u r c h t anfangen. Denn I r r t h u m hat tausend Wege für sich offen, da hingegen zur W a h r h e i t nur

ein einziger führt, und ist gleich einem Feinde im Hinterhalte bei allen Gelegenheiten bereit, Sie von dem geraden und wahren Wege abzuführen.

4) Meine vierte Absicht war: die vornehmsten und wichtigsten Erscheinungen in der Natur auf eine natürliche und leichte Art, (wie ich bereits angefangen habe) zu beschreiben, ihren Ursachen nachzuspüren, und beide durch Versuche zu erläutern.

Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß durch die Art, mit welcher ich diese Gegenstände behandle, Ihre Urtheilskraft mehr Stärke und Schärfe erlangen wird, um sie dann auf andre Gegenstände und bei andern Gelegenheiten mit desto sichrem Erfolg anzuwenden.

Ueber Beobachtung und Versuche. *)

In einer der vorhergehenden Vorlesungen zeigte ich Ihnen die Gefahr und das Unschickliche, Meinungen nachzugeben, und Hypothesen aufzubauen; gegenwärtig will ich nun, meinem Plane gemäß, diese Vorlesung mit einigen Bemerkungen über die Eigenschaften anfangen, welche einen Beobachter der Natur von dem bloßen Experimentator unterscheiden, und die Nachtheile angeben, die Beobachtung und Versuche begleiten, wenn man sich entweder zu streng an sie bindet, oder sie unabhängig von einander gebraucht. Indessen dürfen weder Beobachtung noch Versuche vernachlässiget werden; sie sind zwei Schwestern, welche einander wechselseitig beistehen müssen.

---

*) Ueber diesen Gegenstand wird man sehr schätzbare Bemerkungen in Dr. Gehlers physikalischen Wörterbuche finden. G.

Derjenige, welcher von Natur die vorzüglichsten Fähigkeiten erhalten hat, physikalische Versuche anzustellen, ist insgemein am wenigsten geschickt, Folgerungen von denselben herzuleiten. Bei einem Experimentator wird eine Aufmerksamkeit auf das geringste Einzele, und eine Genauigkeit erfordert, auf welche derjenige nicht zu sehr Rücksicht nehmen muß, welcher die Resultate sammelt und anwendet, die von diesen Versuchen herstammen.

Der Experimentator muß die kleinsten Abweichungen bemerken, und auf Verfahrungsarten denken, um die Gegenstände auf tausend verschiedenen Wegen zu untersuchen, und jede Sache von der andern durch alle nur mögliche auch noch so geringfügige Umstände zu unterscheiden.

Allein derjenige, welcher diese Versuche in Anwendung bringt, um Erscheinungen der Natur durch sie zu erklären, muß vieles nur unter einem einzigen Gesichtspunkte sehen, und die Resultate einer großen Menge von Wirkungen, die von einerlei Ursache herstammen, zusammennehmen, indeß er die kleinen Abweichungen, die durch Zufall von Zeit und Ort hervorgebracht werden, ganz übersieht.

Der Experimentator betrachtet die ganze Natur als Staubtheilchen, die von einander getrennt sind, und deren keines Einfluß auf das andere hat; jedes ist für ihn eine eigne Welt, mit Eigenschaften begabt, die ihm ganz allein zugehören.

Der Beobachter hingegen betrachtet die ganze Natur als innig verbunden, wo alles nach einem gemeinschaftlichen Grundsatze wirkt, und alle Theile dazu beitragen, Ein allgemeines Ganze zu bilden.

Lord Bacon charakterisirt beide vortrefflich auf folgende Art: „Der große und hauptsächliche Unterschied

der Fähigkeiten, was Naturforschung und Wissenschaften anbetrifft, liegt darin, daß einige fähiger und geschickter sind, den Unterschied der Dinge, andere hingegen ihr Verhalten gegen einander zu beobachten: ein aushaltender und scharfsinniger Geist kann seine Betrachtungen fest verfolgen, und bei allen Kleinigkeiten der Abweichungen sich verweilen, indeß das erhabene und lebhafte Genie die kleinsten und allgemeinsten Uebereinstimmungen der Dinge auffaßt, und sie mit einander vergleicht; gleichwohl können beide zu weit gehen, wenn sie entweder den Maßstab in zu viele Theile theilen, oder nach den Schatten der Dinge haschen. Der erstere beschäftigt sich oft so sehr mit den Theilchen der Wesen, daß er immer ihre Vereinigung in ein Ganzes aus den Augen verliert, indeß der andre mit solchem Erstaunen ihre Zusammensetzung betrachtet, daß er seinerseits das Einfache der Natur darüber vernachläßigt."

Die materielle Welt ist ein unermeßlicher Körper, der aus einer unendlichen Menge von Theilen besteht, die so unter einander verwebt sind, daß sie sich in einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt vereinigen. Nichts in der Natur steht einzeln; alles hat irgend einen Bezug auf einander, und kann unter doppelter Rücksicht betrachtet werden, entweder als Wirkung von Ursache, oder als Ursache von Wirkung. Der Naturforschung liegt es daher ob, dasjenige auszuzeichnen, was scheinbar die Theile trennt, und wie sie mit einander in Verbindung treten, und diesen Verbindungen bis zu dem Grundsatze nachzuspüren, welcher alle Werke der Schöpfung in ein allgemeines harmonisches Ganze vereinigt.

Ich will mich jetzt bemühen, diesen wichtigen Gesichtspunkt der Philosophie Ihnen durch einen Auszug aus dem Werke des Herrn Jones deutlicher zu machen,

eines Schriftstellers, bei welchem Sie viele originelle Ideen finden werden, die er mit Stärke und Leichtigkeit vorträgt, und in dessen Händen die abgezogensten, tiefsinnigsten Gegenstände plan und deutlich werden. „Die Natur, sagt er, ist ein System von Theilen, die gegen einander irgend einen Bezug haben, und deren jeder auch in dieser Beziehung betrachtet werden muß, da ohne diese weder die Natur, noch die Absicht derselben verstanden werden kann. Man nehme z. B. den Schenkel eines Menschen und betrachte ihn ohne Rücksicht auf den Körper, dem er zugehöret; man wird dann seine Absicht nicht einsehen, und der, der ihn untersucht, kann höchstens nur von seiner Substanz und seiner Figur sich eine gehörige Vorstellung machen. Allein betrachten wir das nämliche Glied in Beziehung auf den übrigen Körper, so werden wir mit Erstaunen entdecken, erstens, daß seine Gefäße mit Flüssigkeiten erfüllet sind, welche das thierische Leben unterhalten; zweitens, daß die Muskeln desselben mit den obern Theilen verbunden sind, und daher ihr Vermögen erhalten, sich zu bewegen; drittens, daß es alle erforderliche Stärke hat, und im genauesten Verhältnisse zu der Schwere des Körpers steht, um ihn in gerader aufrechter Lage zu erhalten, und bald da, bald dorthin zu tragen. Wird irgend ein Glied des Menschen in diesen Beziehungen betrachtet, so ist es ein wundervoller Gegenstand, und werth, von dem Zergliederer und Philosophen näher untersucht zu werden; allein trennen wir es von dem Körper, so ist es todt, bewegungslos, und ohne Nutzen. Das nämliche findet überall bei allen Gegenständen in der Natur statt, ja es gilt selbst von dem einfachsten Atom, wenn er als unabhängig von den übrigen genommen wird. Wollten wir daher auf Materie an und für sich, und ohne alle gegenseitige Beziehungen betrachtet, ein System erbauen, so würden wir eine Welt, ein Gebäude errichten, wie es nie war, und nie seyn kann,

und das nach aller Mühe, die wir uns genommen, so nichtig ist, als es willkührlich aufgebauet wurde."

Der Experimentator kann in einer andern Rücksicht fehlen, und alle Systeme verwerfen, weil weder sein Verstand genug umfaßt, noch sein Genie mehrere Folgerungen aus Einem Grundsatz ziehen, und unter Einen Gesichtspunkt vereinigen kann. Er betrachtet den Schöpfer eines Systems als einen Träumer in der Philosophie, und als einen, welcher eine neue Welt durch Verbindungen aller Art von Ungereimtheiten zusammensetzen wolle, indeß er weiter nichts thut, als neue Glieder zu liefern, ohne sie jemals in eine vollständige Kette zu schlingen.

Allein eben so verachtet nicht selten der systematische Schriftsteller die eingeschränkten Begriffe des Experimentators; er betrachtet ihn gleichsam als einen Wurm, der von einem Maulwurfshügel zum andern fortkriecht, jeden für eine besondere Welt hält, und nie argwohnt, daß der gemeinschaftliche Grund, auf dem sie stehen, sie alle mit einander verbindet. Er fehlt also darin, daß er bei Errichtung seines Systems auf wirkliche Untersuchungen gar keine Rücksicht nimmt, ja sie absichtlich hintansetzt, und sein Gebäude stürzt ein, weil ihm jene Pflöcke mangeln, die, so klein und schwach sie auch seyn mögen, doch erforderlich sind, um das Ganze mit einander zusammen zu halten.

Nachdem ich Ihnen nun solchergestalt die Gefahren gezeigt habe, welche eine zu strenge Anhänglichkeit, sowohl an das systematische als experimentale Verfahren, Naturerscheinungen zu untersuchen, begleiten, so kann ich nunmehr ohne Furcht weiter gehen, um Ihnen die fernern Eigenschaften der Luft näher auseinander zu setzen. Dieses entschlüpfende Element ist in der That eine reiche und beinahe unerschöpfliche Grube von Kenntnissen, so

daß Ihre Arbeiten darin, wenn Sie dieselben unverdrossen fortsetzen, gewiß nicht ermangeln werden, Ihnen reichliche Belohnungen zu gewähren.

Von der Luft, die sich in den Zwischenräumen verschiedener Substanzen befindet.

Man bedient sich viererlei Verfahrungsarten, um die Luft aus den Zwischenräumen derjenigen Körper zu erhalten, in denen sie sich befindet, nämlich 1) indem man die Körper einem gewissen Grade der Wärme aussetzt; 2) durch Erkältung derselben; 3) wenn man sie in den leeren Raum der Luftpumpe bringt; und 4) indem man sie in irgend einem Auflösungsmittel zersetzt.

1) Wenn wir eine Substanz einem angemessenen Grade von Wärme aussetzen, so können wir unter diesen Umständen diejenige Luft erhalten, die sich in den Zwischenräumen derselben befindet, indem die Wärme die Luft so sehr ausdehnt, daß sie sich in den Zwischenräumen irgend einer Substanz, deren Zwischenräume sich nicht zugleich in dem nämlichen Verhältnisse ausdehnen, nicht länger halten kann. So geschieht es denn, wie Sie öfters werden gesehen haben, daß Luft aus Getreide und Früchten sich entwickelt, wenn sie geröstet werden, oder aus dem Holz, so wie es verbrennt, desgleichen aus Flüssigkeiten, während dem sie kochen. In dem letztern Falle sehen Sie, daß die Luft, wenn sie von der Hitze verdünnt wird, sich in Blasen sammlet, die durch die Flüssigkeit aufsteigen, und dann auf der Oberfläche zerplatzen.

2) Wenn irgend eine Substanz stark erkältet wird, so wird sie zu gleicher Zeit verdichtet, und ihre Theile

werden dichter an einander gebracht, wo denn, da zugleich ihre Zwischenräume verringert werden, die Luft aus denselben eben so herausgetrieben wird, wie ohngefähr Wasser aus einem Schwamme, den wir zusammendrücken.

3) Die Luft, welche in den Zwischenräumen irgend einer Substanz sich befindet, wird frei gemacht, wenn diese Substanz eine Zeitlang in dem leeren Raum einer Luftpumpe sich befindet: denn so wie der Druck der Atmosphäre solchergestalt entzogen wird, so wird die Luft, die vermöge dieses Drucks zurückgehalten wurde, nunmehr in diesen Körpern frei. Ich werde dieses, vermöge einer Menge von Versuchen über verschiedene Substanzen, in der Folge näher zu erläutern suchen.

4) Die Luft kann endlich aus verschiedenen Substanzen entwickelt werden, wenn man diese in irgend einem Auflösungsmittel zersetzt; denn da die Theilchen des Körpers, welcher zersetzt wird, durch das Auflösungsmittel getrennt werden, so können Sie die Luft nicht mehr einschließen, so daß sie jetzt leicht entweichet, wie Sie sehen, wenn Zucker in Wasser aufgelöset wird, und wie ich in dieser Vorlesung durch mehrere Beispiele erläutern werde.

Der erste Versuch, den ich Ihnen über diesen Gegenstand zeigen will, ist, daß ich reines Wasser in dieses Gefäß gieße, und auf den Teller der Luftpumpe unter dem Recipienten setze: sobald als nun die Luft nur einigermaßen ausgepumpt worden ist, so fängt diejenige, welche sich in dem Wasser befindet, an, sich auszudehnen, und in Gestalt von Blasen aufzusteigen, welche durch das Wasser gehen; anfangs sind sie klein, allein sie werden immer größer, je näher sie an die Oberfläche des Wassers steigen; dieses Aufsteigen von Blasen, ob es sich schon in der Folge immer mehr und mehr vermindert, dauert jedoch so lange fort, als man mit dem Auspumpen anhält.

Ich will jetzt dieses Becken wegnehmen, und ein anderes mit warmen Wasser unter den Recipienten setzen. Wird jetzt der Druck der Luft von der Oberfläche des Wassers weggenommen, so vereinigt sich die darin enthaltene Luft in Gestalt von Blasen, und da zu gleicher Zeit auch die Wärme mitwirkt, so breiten sich die Blasen aus, und steigen mit so vieler Heftigkeit aufwärts, daß sie selbst einen kleinen Theil von der Flüssigkeit mit sich nehmen, und dadurch eben so, wie bei dem Kochen, eine Art von Wallen entsteht. Sind die Flüssigkeiten von schleimiger Beschaffenheit, als starkes Bier u. s. f., so können die aufgestiegenen Blasen nicht bersten, und die Flüssigkeit bildet einen Schaum.

Ich setze jetzt ein Becken mit neuem starkem Biere unter den Recipienten, das, so wie ich zu pumpen anfange, mit Luftblasen erfüllt wird, welche häufig von allen Orten aufsteigen; und da diese Blasen ihre schleimigen Hüllen nicht zersprengen können, so bilden sie auf der Oberfläche desselben bloß einen weißen Schaum.

Hier sind mehrere Substanzen, die ich in verschiedene Becken mit Wasser gelegt habe, sie unter einen Recipienten zu setzen, und die Luft daraus zu pumpen. Die Luft, welche sich in den Zwischenräumen dieser Substanzen befindet, ist von der nämlichen Dichtigkeit mit der sie umgebenden Atmosphäre, weil sie dem Drucke derselben das Gleichgewicht hält. Wird nun dieser atmosphärische Druck hinweg genommen, so dehnt sich die in den Poren enthaltene Luft aus, und entweicht in großer Menge aus jenen Zwischenräumen. Man bedient sich hierzu des Wassers, um das Entweichen der Luft sichtbar zu machen; denn die Luft, wie Sie in den vorhergehenden Versuchen gesehen haben, nimmt bei seinem Durchgange die Form kleiner Kugeln an, eine Gestalt, die auch jede andre Flüs-

sigkeit annimmt, wenn sie in jeder Richtung von einer andern Flüssigkeit gleichmäßig gedrückt wird. Das Wasser, dessen man sich zu solchen Versuchen bedient, muß vorher seiner Luft beraubt werden, welches entweder durch Auspumpen derselben unter der Luftpumpe, oder durch Kochen geschehen kann, indem beides der Absicht vollkommen entsprechen wird.

Wir wollen jetzt dieses frischgelegte Ei unter den Recipienten setzen, und es in einen Becher mit Wasser legen, so daß es ganz damit bedeckt werde. So wie ich nun die Luft auspumpe, wird die Oberfläche des Eies mit kleinen perlartigen Luftblasen bedeckt, welche sich nach und nach trennen, und gegen die Oberfläche des Wassers herauf steigen: an gewissen Stellen des Eies entstehen sogar kleine Luftströme, welche von dem ununterbrochnen Aufsteigen jener Kügelchen herrühren. Die Schale eines Eies ist porös, und in wenigen Tagen würde ein Theil seiner innern Substanz verdünsten; allein dieß wird sogleich durch die sie umgebende Luft ersetzt. Die Luft, welche sich in dem Eie befindet, entweicht nicht, so lange als sie von dem Drucke der Atmosphäre zurückgehalten wird; wird aber dieser Druck vermindert, so dehnt sich sodann die innere Luft aus, und entdeckt uns durch ihr Entweichen, daß die Schale des Eies voller Zwischenräume ist. Ich zeigte Ihnen in der zweiten Vorlesung, S. 54, die Luftblase an dem breiten Ende des Eies, welche Blase eines der Mittel ist, deren sich die Natur bedient, um das Hühnchen zur Vollkommenheit zu bringen, welches in dem Embryo, den wir insgemein den Hahnentritt nennen, enthalten ist. Die Wärme, welche von der Henne der Luft in dieser Blase mitgetheilt wird, dehnt sie aus, und setzt sie in Bewegung; gegenseitig wirkt hierauf die Luft, und theilt diese Bewegung dem Eie mit, wodurch denn auf eine uns unbekannte Art die Bildung des Hühnchen erfolgt. Wenn

das breite Ende des Eies der Zunge die Empfindung von Kälte macht, so ist dieß ein Beweis, daß das Ei böse, und daß die Luft und die weiße Substanz ihm entgangen ist. Unter diesen Umständen legt sich das Ei an, wird faul, und verdirbt. Reaumür, ein berühmter französischer Naturforscher, welcher seine Spekulationen selten auf Befriedigung bloßer Neugierde begränzte, hat gezeigt, daß wenn man Eier mit Firniß bedeckt, oder durch Schöpsenfett zieht, um ihre Poren zu bedecken, sie solchergestalt vollkommen frisch erhalten werden können, so daß sie selbst noch zum Brüten, fünf bis sechs Monate nachher, als sie gelegt worden, tüchtig sind.

Dieses Stück Holz ist an einem Gewichte befestiget, um es unter Wasser zu halten. Ich stelle es in einem Becken unter den Recipienten, wo die in den Zwischenräumen des Holzes enthaltene Luft sehr häufig in schwachen Strömen aufsteigt. Die nämlichen Erscheinungen werden Sie bei den meisten Substanzen finden, welche Sie etwa zu Ihrem Vergnügen untersuchen dürften.

Hier ist ein langes Stück Holz, das an diesem Stücke Messing befestiget ist, welches letztere dazu dient, um den obern Theil eines öffnen Recipienten zu bedecken: der längere Theil des Stücks Holz steht in dem Becken mit Wasser eingetaucht, Taf. III. Fig. 1., indeß der obere Theil der Luft frei ausgesetzt bleibt. Legen Sie jetzt Ihren Daumen oberhalb auf das Holz, um auf diese Art die Verbindung mit der Luft abzuschneiden: so werden Sie, während dem ich nun die Luft auspumpe, sehen, wie die in den Zwischenräumen des Holzes befindliche Luft durch das Wasser dringt, so wie es bei dem vorigen Versuche der Fall war. Nehmen Sie aber Ihren Daumen wieder weg, so wird ein starker Luftstrom durch das Holz eindringen; wenn man solchergestalt wechselsweise den

Daumen aufsetzt und wieder wegnimmt, so wird dieser Luftstrom gleichfalls wechselsweise erfolgen und wieder unterbrochen werden. Dieser Versuch zeigt zugleich, daß die Luft durch das Holz dringt, und daß die Luftgefäße des Holzes der Länge nach laufen.

Dieser hölzerne Becher ist so gearbeitet, daß er genau auf einen offnen Recipienten schließt, und am Boden dieses Bechers ist ein Stück Holz eingepaßt, Taf. III. Fig. 3. Ich will jetzt diesen Becher auf einen offnen Recipienten setzen, einiges Quecksilber eingießen, und sodann die Luft aus dem Recipienten pumpen. So wie dieses auf eine hinreichende Art geschehen ist, ziehe ich diesen Pfropf heraus, so daß das Quecksilber auf das im Boden befindliche Stück Holz fließen kann. Sie sehen jetzt, daß die Luft es durch die Zwischenräume desselben in solchen feinen Strömen drückt, die eine Art von Silberregen bilden. Hier ist ein andrer Becher, der am Boden ein Stück Ochsenleder hat; so wie ich diesen gleichfalls auf einen Recipienten setze, und die Luft wie vorher auspumpe, so erfolgt ein ähnlicher Quecksilberregen.

Ein Stück Holz seiner Länge nach betrachtet, ist eine Sammlung oder ein Bund von Fibern, welche mit der Rinde umgeben sind, die ihnen gleichsam zu einer gemeinschaftlichen Bedeckung dienet: so schwach indessen aber auch diese holzartigen Fibern seyn mögen, so sieht man doch aus den vorhergehenden Versuchen, daß es dazwischen Räume giebt, die so viele kleine Kanäle oder Röhren bilden, wodurch die Luft oder das Quecksilber frei gehen kann.

Der Porosität des Holzes ist es zuzuschreiben, daß es so vielen Veränderungen in seinem Volumen oder Umfange unterworfen ist. Daher rührt es, daß das Täfelwerk in einem neuen Gebäude, und andere Tischlerarbei-

ken, welche nicht von vollkommen trocknem Holze gemacht sind, öfters mit einem starken Knall zerspringen, und die Fugen ihren genauen Schluß und ihre Dichtigkeit verlieren. Beispiele dieser Art werden sich Ihrer Erinnerung sogleich iu Menge aufdringen. Alle diese Wirkungen entstehen von einem starken Aufschwellen durch Feuchtigkeit, oder durch ein Zusammengehen vermöge der Trockenheit. Der Versuch mit dem Stück Ochsenhaut zeigt die große Porosität der Haut der Thiere. Die Menge der Materie, welche aus dem Körper des Menschen durch die Poren dünstet, ist auffallend groß. Nach den Versuchen des Sanktorius und andrer über diesen Gegenstand hat man gefunden, daß von acht Pfund Nahrungsmitteln, die ein Mensch innerhalb 24 Stunden genossen hat, fünf Pfund durch die unmerkliche Ausdünstung abgehen.

Hier ist ein kleines Stück Holz, welches an jedem Ende glatt abgeschnitten worden, und welches ich in ein Becken mit Que*silber getaucht habe. Ich setze alles unter einen Recip. aten, und so wie ich nun die Luft auspumpe, so dringt alle in dem Holze befindliche Luft aus den Zwischenräumen heraus, und durch das Quecksilber; lasse ich aber wieder Luft zu, so wird sie mit solcher Kraft auf das Quecksilber wirken, daß es jetzt durch alle Poren des Holzes getrieben wird.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß Ruysch und Lieberkühn sich des Drucks der Atmosphäre bedient haben, um flüssige Substanzen in die kleinern Gefäße des menschlichen Körpers zu spritzen, wodurch verschiedene ihrer anatomischen Präparate so großes Aufsehen erregt haben. Das Verfahren, dessen sie sich dabei bedient haben, ist nicht bekannt, allein man sagt, daß ein gewisser Dr. Beuth es wieder erfunden, und das Verfahren beschrieben habe. *)

*) Positiones physicae.

Noch muß ich Ihnen zeigen, daß die Luft, welche in den Poren verschiedener Substanzen enthalten ist, daraus entwickelt werden kann, wenn man sie in irgend einem Auflösungsmittel zersetzt. Die Theilchen des Körpers, welcher aufgelöset werden soll, werden durch das Auflösungsmittel getrennt, und da jetzt die Luft nicht weiter eingeschlossen wird, so kann sie leicht entweichen. Der folgende Versuch, welcher überall angestellt werden kann, bedarf keines Apparats als eines Gefäßes mit Wasser, und einer tiefen Schale oder Becken. Da aber dieser Versuch von großer Wichtigkeit ist, und mit Fertigkeit angestellt werden muß, wenn wir zur Betrachtung der Natur elastischer Flüssigkeiten kommen, so will ich ihn hier ausführlicher beschreiben.

Die Luft aus einem Gefäße in ein andres überzuleiten.

Man nehme einen gewöhnlichen gläsernen Recipienten, eine Flasche oder dergleichen, und fülle sie; man lege sodann den Finger oder die offne Hand auf die Mündung dieses Gefäßes, so daß kein Wasser auslaufen kann, und kehre es so in ein Becken mit Wasser um, daß die Mündung des Gefäßes etwas unter der Oberfläche des Wassers in dem Becken sich befindet; zieht man dann die Hand weg, so bleibt das gläserne Gefäß mit Wasser gefüllt, weil der Druck der Atmosphäre auf das Wasser im Becken das Wasser im Glase aufrecht erhält.

Will man nun eine gewisse Menge gemeiner Luft in diesen gläsernen Recipienten, der mit Wasser angefüllt ist, und in einem tiefen Gefäße mit Wasser steht, über

führen, und darin abgesondert von der allgemeinen Masse erhalten, so verfahre man auf folgende Art: Man nehme ein kleines Gefäß, z. B. einen Becher oder eine Theeschale, die bloß mit Luft gefüllt ist, und tauche sie in das Wasser des Beckens mit der Mündung unterwärts, wodurch man verhindert, daß die Luft entweichen kann; nun hebe man das Glas von dem Boden des Beckens ab, doch so, daß es nicht außerhalb dem Wasser komme, bringe dann den Becher oder die Schale unter dasselbe, und kehre die Mündung um, worauf die Luft durch das Wasser herausgetrieben, und in den obern Theil des Glases steigen wird. Hier nun wird die Luft von dem Wasser eingeschlossen, und kann, so lange man will, aufbewahret werden. Der Becher wird hierauf wieder herausgezogen, und das Glas wieder auf den Boden des Beckens gesetzt. Nach dieser allgemeinen Erklärung des Uebertragens und Einschließens der Luft, gehe ich nun zu dem Versuche über, der Ihnen zeigen soll, daß auch durch Auflösung der Substanzen die Luft entwickelt wird. Ich kehre dieses Gefäß, das mit Wasser gefüllt ist, um, wie ich vorher zeigte, und lege ein Stück Zucker unter das Gefäß, wo Sie sehen, während dem er sich auflöset, daß sich beständig Luftblasen von demselben loswickeln, und bis zum Boden des Gefäßes steigen, wo sie das Wasser, vermöge ihrer Ausdehnung, austreiben, und den Raum einnehmen, welchen es verläßt. Hieraus erhellet also, daß Luft, oder irgend eine andere elastische Flüssigkeit mit fast allen Substanzen verbunden ist, und einen Theil derselben ausmacht. Diese Luft aber kann aus ihnen durch eine oder die andere der vier eben beschriebenen Verfahrungsarten entwickelt werden.

Diese innige Verbindung elastischer Flüssigkeiten mit den meisten Substanzen ist ein Gegenstand, der Ihrer ganzen Aufmerksamkeit werth ist. Aus manchen Substanzen entwickelt sich eine so große Menge elastischer Flüssigkeit,

die einen Raum einnimmt, welcher um viele Male größer ist, als die Substanz selbst, aus der sie gezogen worden. Gleichwohl ist dieses Fluidum, wenn es noch mit der Substanz verbunden ist, weit entfernt, sie zu zerreißen oder aufzuschwellen, ja es scheint vielmehr, daß es in vielen Fällen zum Zusammenhange und zur Consistenz derselben schlechterdings nothwendig ist.

Sie haben gesehen, wie bald das Wasser unter dem Recipienten der Luftpumpe zu kochen anfieng, und dieß bei einer Wärme, die beträchtlich geringer war, als gewöhnlich zum Sieden erfordert wird. Auch würde das Wasser, ohne den Druck der Atmosphäre, bei einer gewöhnlichen Wärme zu kochen anfangen, und in Dampf verwandelt werden, indem seine Theilchen, von nichts beschränkt, sich durch den umgebenden Raum zerstreuen würden; ein aufliegender Druck hält aber die Erzeugung des Dampfes von jenen Substanzen zurück, welche ihrer Natur nach ausdünsten, wenn sie einen geringern Druck erleiden. So dünsten gährende Flüssigkeiten eine große Menge einer elastischen Flüssigkeit unter der gewöhnlichen Schwere der Atmosphäre aus, indeß die Erzeugung dieser Dünste unter verdichteter Luft sehr vermindert wird. Eben so geben Früchte, die unter einem Recipienten eingeschlossen worden, wo die Luft stark verdichtet ist, keineswegs den Betrag an Luft, den sie geben würden, wenn das Medium weniger dicht wäre.

In den meisten Fällen erhält die Substanz, welcher die Luft entzogen worden, wenn sie der Luft wieder ausgesetzt wird, früher oder später das wieder, was sie verloren hatte. Mariotte hat dieses vermöge eines sehr einfachen Versuchs bewiesen, den Sie bei Gelegenheit wiederholen können. Er nahm nämlich zu dieser Absicht einer Menge Wasser die Luft, indem er es zuerst kochte,

und nachher eine Zeitlang in einen leeren Raum setzte; hierauf füllte er mit diesem Wasser eine Flasche, kehrte sie um, setzte sie mit der Mündung unter Wasser, und ließ eine Luftblase auf die bereits beschriebene Art aufsteigen. Diese Luftblase verminderte sich nach und nach, und in drei Tagen war sie ganz verschwunden; dieses beweist also, daß die Luft eingesogen worden, oder daß sie sonst auf irgend eine Art wieder in die Poren des Wassers gedrungen ist.

Von dem Widerstande der Luft.

Diese Vorrichtung, welche ich Ihnen gegenwärtig zeige, enthält zwei Mühlen, Taf. III Fig. 4., deren jede eine gleiche Menge von Flügeln oder Segeln von einerlei Schwere, und von gleicher Länge und Breite hat, nur mit diesem Unterschiede, daß bei der einen die Flügel der Länge oder dem Rande nach befestiget sind, so daß sie die Luft bloß mit ihrem schmahlen Rande durchschneiden; bei der andern hingegen sind die Flügel der Breite nach befestiget, wo die Luft die ganze Oberfläche berühret. Eine Feder drückt gegen die zwei Stifte, welche an den Naben der Mühlen befestiget sind: und der Theil, welcher sie hält, drückt gleichmäßig auf sie, und giebt ihnen solchergestalt einen gleichmäßigern Trieb. So wie ich sie in Bewegung setze, fangen zwar beide an, sich mit einerlei Geschwindigkeit zu bewegen: allein diejenige, welche der Luft ihre ganze Oberfläche darbietet, wird sich bald langsamer bewegen, als die andre: jetzt steht sie ganz stille, indeß die andre noch fortfährt, sich zu bewegen. Wir lernen aus diesem Versuche zweierlei: 1) daß die Luft ein Medium ist, welches einen gewissen Widerstand verursacht; 2) daß dieser Widerstand sich nach der Fläche

richtet, die der Luft dargeboten wird, denn die Mühle, welche die Luft mit dem Rande oder der schmahlen Seite schnitt, fand, da sie weniger Luft aus dem Wege zu treiben hätte, weniger Widerstand, und fuhr solchemnach fort, sich längere Zeit zu bewegen. Hieraus erhellet, daß einerlei Masse einen verschiedenen Widerstand in dem nämlichen Medium zu überwinden hat, je nachdem sie ihm eine größere oder geringere Oberfläche darbietet. Aus demselben Grunde arbeitet der Fischer mit der flachen oder breiten Seite seines Ruders, wenn er von dem Widerstande des Wassers Gebrauch machen will, um ihn weiter fortzutreiben, da hingegen er es mit der Schärfe oder der Länge nach herauszieht, um weniger Widerstand zu finden.

Dieser Versuch wird noch mehr Beweisstärke gewinnen, wenn Sie die Mühlen unter den Recipienten einer Luftpumpe setzen, und, so wie die Luft ausgepumpt worden, sie in Bewegung setzen, wo beide Mühlen, da das Medium, welches den Widerstand verursachte, weggenommen worden ist, zu gleicher Zeit stehen bleiben werden.

Der Versuch mit einer goldnen Münze und einer Feder ist einer der bekanntesten unter denen, die mit der Luftpumpe gemacht werden. Dieser Apparat Taf. III. Fig. 10. ist solchergestalt eingerichtet, daß er ein Goldstück und eine Feder zu gleicher Zeit von oben herabfallen läßt. Der Versuch selbst kann übrigens dreimal wiederholt werden, ohne den Apparat wegzunehmen, oder die Luft aufs neue auszupumpen, da die Vorrichtung so beschaffen ist, daß drei Goldstücke und drei Federn absatzweise zu drei verschiedenen Malen herabgeworfen werden können.

Um diese Wirkung auffallender zu machen, will ich ein Goldstück und eine Feder fallen lassen, während dem

noch Luft in dem Recipienten sich befindet, wo Sie sehen, wie das Goldstück sogleich zu Boden fällt, indeß die Feder ganz allmählich, und in keiner geraden Richtung herabsinkt. Jetzt will ich die Luft auspumpen: sehen Sie genau auf den Boden des Glases, wo Sie das Goldstück und die Feder zu gleicher Zeit auf den Teller der Pumpe werden fallen sehen: ein Beweis, daß ein leichter Körper in einem Medium, was keinen Widerstand leistet, eben so geschwind fällt, als ein schwerer.

Die Vögel bedienen sich des Widerstandes der Luft, um ihre Bewegungen zu erleichtern, so wie in dieser Rücksicht sich die Fische des Wassers bedienen; denn, indem sie die Luft mit ihren Flügeln schlagen, bewegen sie sich vorwärts, indeß ihr Schwanz ihnen als Ruder dient, um ihrem Fluge die erforderliche Richtung zu geben. Das Brustbein, anstatt flach zu seyn, erhebt sich nach und nach, und endigt sich in einen scharfen Rand, wodurch sie um desto mehr in Stand gesetzt werden, die Luft mit größerer Leichtigkeit zu durchschneiden. In der nämlichen Absicht sind die Köpfe der Vögel verhältnißmäßig schmäler, als diejenigen der vierfüßigen Thiere, wovon die meisten sich außerdem noch in einen leichten scharf zugespitzten Schnabel endigen. Da aber der Widerstand der Luft geringer ist als derjenige des Wassers, so muß sie entweder mit größerer Geschwindigkeit geschlagen, oder es muß ihr eine größere Oberfläche dargeboten werden. Daher werden Sie auch finden, daß diejenigen Vögel, welche lange Zeit und weit in der Luft fliegen, als Schwalben u. s. f. insgemein wenig Körper, viel Federn und große Flügel haben; indeß diejenigen, welche nicht weit oder nicht so oft fliegen, insgemein mehr Fleisch, und nach Verhältniß kleinere Flügel haben. Bei den letztern werden Sie finden, daß sie ihre Flügel öfterer als die andern während dem Fluge schlagen. Sperlinge, Finken, Stieg-

litze, Hänflinge u. s. f. fliegen gleichsam Ruckweise, und halten sich nicht lange in einerlei Richtung. Ihre Flügel können ihre Körper nicht anders heben und schwebend erhalten, als nur vermöge einer Schnelligkeit in ihren Bewegungen, welche sie aber genöthiget werden öfters zu unterlassen, wo denn während dem ihre Schwere die Oberhand gewinnt, und sie um etwas von der Höhe, die sie bereits erreicht hatten, wieder sinken; ihr Flug besteht daher in einem abwechselnden Steigen und Fallen. Andere Vögel können sich eine geraume Zeit in einerlei Höhe erhalten, ohne daß man einige Bewegung ihrer Flügel gewahr wird, und scheinen gleichsam in der Luft zu schweben: allein es ist außer Zweifel, daß sie auch zu dieser Zeit ihre Flügel bewegen, nur daß diese Bewegungen so geschwind hinter einander geschehen, und zu gleicher Zeit so gering sind, daß sie in einer so großen Entfernung nicht bemerkt werden können. Auch werden Sie gefunden haben, daß diese schwebenden Vögel sich von Zeit zu Zeit wieder zu der Höhe schwingen müssen, von der sie unmerklich herabgesunken sind. Bei jenen geringern und mehr ausdehnenden Bewegungen scheinen gleichsam die Muskeln auszuruhen, die bei den kurzen und häufigen Bewegungen müde geworden seyn müssen.

Der Widerstand der Luft ist eine Sache von großer Wichtigkeit in der Theorie der Geschützkunst, und es muß darauf bei allen Berechnungen Rücksicht genommen werden. Zwar wird jeder gutdenkende Mensch einen Abscheu haben, auf Verbesserung für Instrumente zu denken, die nichts als den Tod zur Absicht haben, gleichwohl muß noch so lange auf Vervollkommnung dieser Mordwerkzeuge und ihrer Wirkungen gedacht werden, bis jene Zeiten kommen, wo keine Nation das Schwerdt gegen die andre ziehen wird, um Krieg gegen einander zu führen.

Die Entwickelung der Natur des Widerstands der Luft, und des Verfahrens, ihn zu berechnen, erfordert zu weitläuftige Erörterungen, als daß sie einen Theil unserer Vorlesungen ausmachen könnte. Ich kann also nur einiges anführen, um Ihnen die Größe seiner Wirkungen und die Wichtigkeit gewisser Kenntnisse zu zeigen, die Ihnen sonst von wenig Nutzen zu seyn scheinen möchten. Kanonen- oder Flintenkugeln, die mit einer Geschwindigkeit von 400 bis 1600 Fuß innerhalb einer Sekunde fortgeschleudert werden, lassen, vermöge ihrer außerordentlichen Geschwindigkeit, während ihrer Bewegung durch die Luft einen partialen leeren Raum zurück; wenn aber die Geschwindigkeit gleich 1600 Fuß in einer Sekunde ist, so kann der Raum, durch welchen die Kugel längshin bewegt wird, ein absolut leerer Raum genennt werden. Eine Kugel also, die sich mit dieser Geschwindigkeit bewegt, muß außer der Gegenwirkung der verdrängten Luft, den Widerstand des ganzen Drucks der Atmosphäre überwinden. Herr Robins fand, daß dieser Widerstand auf eine eiserne Kugel von 24 Pfund, deren Durchmesser beinahe $5\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, auf 540 Pfund gerechnet werden könne.

Es giebt noch einen andern Umstand, welcher den Widerstand gegen Körper vermehrt, die sich mit einer großen Geschwindigkeit bewegen, z. B. mit einer Geschwindigkeit von 1800 bis 2000 Fuß innerhalb einer Sekunde: denn die Luft vor der Kugel, die in diesem Falle verdichtet wird, äußert ihre Elastizität dagegen mit einer Kraft, die mit der Zusammenpressung im Verhältnisse steht. Diese elastische Kraft der Luft, wenn sie gegen Körper wirkt, die nur ein geringes Gewicht haben, aber sehr schnell fliegen, kann nach Verhältniß des Gewichts so groß werden, daß sie nicht nur die ihnen mitgetheilte Bewegung ganz aufhebt, sondern sie selbst sogar zurücktreibt. Diesen

Fall hat man öfters bemerkt, wenn sehr kleiner Schrot mit einer großen Menge Pulver abgeschossen wird, wo der Schrot in einer Richtung zurückgeworfen wird, die derjenigen gerade entgegen ist, in welcher er abgeschossen worden.

Von der zum Athemholen dienlichen Luft. *)

Ihre eigenen Beobachtungen und Erfahrungen werden ihnen bereits gezeigt haben, daß die Organisation des menschlichen Körpers ein Gegenstand ist, der die ernsthafteste Betrachtung verdient. Die gegenwärtige Vorlesung verschafft mir Gelegenheit, einige seiner Theile näher zu erklären, und einige von denjenigen Prozessen zu betrachten, welche zur Unterhaltung seiner Oekonomie dienen. Sie athmen ununterbrochen, und müssen es fühlen, daß Sie ohne zu athmen nicht leben könnten; athmen und leben werden daher auch als gleichbedeutende Wörter gebraucht. Dieses Geschäfte, welches unter allen Handlungen des thierischen Lebens eins der vornehmsten und nothwendigsten ist, heißt insgemein das Athemholen.

Zu dieser Operation werden zwei Handlungen erfordert; die eine, wodurch wir den Athem in die Lungen ziehen; die andre, wodurch wir ihn wieder zurückstoßen. Die erstere derselben heißt das Einathmen, die letztere das Ausathmen: diese Bewegungen, welche mehr in die Augen fallen als jede andere, welche innerhalb dem Körper vorgehen, fangen mit dem Augenblicke an, als wir

*) Nähere Erläuterungen dieserwegen giebt der V. in der Folge. G.

geboren werden, und dauern fort, so lange wir leben. Sie sind theils willkührlich, theils unwillkührlich, indem sie während dem Schlafe und bei vom Schlage gerührten fortdauern, wo der Wille schweigt; allein wir können auch diese Bewegungen vermehren, vermindern, beschleunigen, oder ganz zurückhalten, so wie wir selbst wollen. Die Verdauung der genossenen Nahrungsmittel, der Kreislauf des Bluts, die Absonderung und Einsaugung, obschon sie alle zum animalischen Leben erforderlich sind, können doch das Leben kaum einige Minuten lang unterhalten, wenn nicht beständig frische Luft in die Lungen einströmt, und wieder zurück in die Atmosphäre tritt.

Die Organe des Athemholens, worauf die Luft wirkt, sind gleichsam das Hauptrad in einer Maschine, welches die bewegende Kraft erhält. Wärme unterhält die Flüssigkeit des Bluts und der übrigen Säfte, und wirkt als eine ausdehnende Kraft in dem Magen, dem Herz und den Blutgefäßen. Dieser Kraft hält der Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche des Körpers das Gegengewicht, denn wenn dieser Druck wegfiele, würden die Gefäße durch die überwiegende ausdehnende Kraft von innen zerreißen.

Das animalische Leben, bloß als Bewegung betrachtet, wird so wie andre Naturbewegungen durch die Wirkung entgegengesetzter Kräfte unterhalten, an denen man die bewundernswürdige Eigenschaft bemerkt, daß keine die Oberhand hat, und deren vereinigte Wirkung eine Bewegung hervorbringt, die der Theorie nach fortdauernd ist. Die Flamme eines Lichts kann ohne Feuerstoff und ohne Luft nicht brennen; welches von diesen das erste ist, läßt sich nicht bestimmen, denn sie scheinen gleichzeitig zu seyn, und wirken vereint, bis die Materie aufhört, auf welche

sie wirken. Eben so schwer ist es gleichfalls, wenn das Thier geboren, und das Licht des Lebens angezündet worden, zu bestimmen, durch welche Elementarkräfte es vorzüglich unterhalten wird. Der Druck der Atmosphäre treibt zwar (sobald als die Lungen ihrer Wirkung ausgesetzt werden,) den Lebenshauch in dieselben; allein dieß könnte nicht geschehen, wenn nicht das ungleich feinere Element des Feuers eine Verdünnung innerhalb bewirkte; ist aber diese wechselseitige Wirkung einmal geschehen, so dauert sie das ganze Leben durch fort, und hört nicht eher auf, als wenn die Wirkung der Elemente darauf aufhört.

Die Luft ist zum Verbrennen der Körper so wesentlich erforderlich, als zur Unterhaltung des animalischen Lebens, und zwar um so mehr, da selbst die brennbarsten Körper nicht anbrennen, wenn keine Luft dazu kann, und diejenigen, welche bereits brennen, wieder auslöschen, wenn sie ihnen entzogen wird. Wenn daher ein Licht unter einen verschlossenen Recipienten gesetzt wird, so wird es in längerer oder kürzerer Zeit auslöschen, je nach der Menge der Luft, die sich in dem Recipienten befindet, und nach der Größe des Lichts. Im Gegentheil wissen Sie auch, wie stark das Feuer durch einen Luftzug angefacht und vermehrt wird, so daß die Luft zur Wirkung des Feuers nicht nur erforderlich ist, sondern daß es selbst scheint, als ob das Verbrennen überhaupt die vereinigte Wirkung der Luft und des Feuers zusammengenommen sey. Es folgt also aus dem, was bereits erwähnt worden ist, daß ein Licht in verdünnter Luft nur eine sehr kurze Zeit brennen werde, im luftleeren Raume aber gar nicht. Zur Unterhaltung des animalischen Lebens und zur Verbrennung ist aber nicht bloß Luft erforderlich, sondern die Luft muß auch rein seyn, denn eine verdorbene Luft ist in beider Rücksicht so schädlich als der luftleere Raum selbst. Sie sehen hieraus, daß eine auffal-

lende Aehnlichkeit zwischen der Flamme eines Lichts und dem Lebensprincip im animalischen Körper Statt findet; beide werden durch die Luft unterhalten, und die nämliche verdorbene Luft, welche das Licht auslöschet, unterbricht auch das animalische Leben, so wie diejenige Luft, welche zu sehr verdünnt ist, um ein Licht brennend zu erhalten, auch zum Athemholen nicht hinreichend ist.

Es ist, kein Thier zu finden, wie erstarrt es dem Anscheine nach seyn mag, welches nicht einigen Ersatz der Luft, dieser großen Mutter der Gesundheit und der Ausspenderinn von Licht und Wärme, nothwendig bedürfte. Selbst Fische, welche mit Luftmagazinen und mit den Mitteln versehen sind, sich diejenige Luft zuzueignen, die im Wasser zerstreut ist, steigen von Zeit zu Zeit empor, um ihren Vorrath zu erneuern, und können nur eine kurze Zeit in Wasser leben, dem die Luft entzogen worden ist. Einige Thiere indessen leben im luftleeren Raume länger als andere. Diejenigen, welche zwei Herzkammern haben wie der Mensch, die vierfüßigen Thiere, die Vögel, und wahrscheinlich auch die Wallfischartigen Thiere, sterben darin in wenig Minuten, indeß solche, welche bloß eine Herzkammer haben, als kriechende Thiere und Fische, in einem luftleeren Raume verschiedene Stunden lang ausdauern können. Außer der Beraubung der Luft in einem luftleeren Raume giebt es noch andere Ursachen, wodurch sie das Leben vernichten: hierunter gehört die Ausdehnung der Luft, die sich sowohl in den Höhlen des Körpers, als in den Zwischenräumen der Flüssigkeiten befindet, denn diese, wenn ihr der Druck der Atmosphäre nicht mehr das Gegengewicht hält, trennt und dehnt die Flüssigkeiten in den Haargefäßen aus, so daß sie öfters zerreißen.

Manches Thier mag unter dem Recipienten gemartert worden seyn, bloß um die Art zu beobachten, wie es starb,

und die Menschen haben oft ihrer Neugierde auf Unkosten der Menschlichkeit gehuldigt, ohne die Absicht zu haben, die Gränzen der Wissenschaft zu erweitern, oder das Beste der Menschheit zu befördern. Keine vernünftige Entschuldigung kann angeführet werden, einem Geschöpfe das Leben zu rauben, (das größte Gut, was die Natur gewähren kann) oder nur ihm Schmerz zu verursachen, wofern nicht wahrer Nutzen damit verbunden ist: zwar kann derjenige, welcher hierdurch in Stand gesetzt wird, höhern Ordnungen von lebendigen Wesen Vortheile zu leisten, sich des Rechts anmaßen, die Kräfte zu äußern, die er über die niedern Ordnungen besitzt: allein er irret sehr, wenn er glaubt, sich dieses Vermögens bedienen zu können, bloß um seine muthwillige Neugierde oder die Einfälle einer ungeordneten Phantasie zu befriedigen.

Ich will Ihnen daher unter vielen andern nur ein Beispiel anführen. Boyle nahm eine eben gefangene Viper, die er unter einen kleinen Recipienten brachte, und pumpte die Luft aus demselben. So wie nun die Luft entzogen wurde, fieng die Viper an aufzuschwellen; einige Zeit darauf sperrte sie das Maul auf, erlangte dann bald ihre vorige Schlankheit wieder, und fieng an sich auf- und abwärts in dem Recipienten zu bewegen, als ob sie nach Luft haschte. Nach einiger Zeit schäumte sie etwas, und der Schaum blieb an der innern Seite des Glases hängen; bald darauf schwoll der Körper und Nacken außerordentlich stark an, und es kam auf ihrem Rücken eine Blase zum Vorschein. Ein und eine halbe Stunde nach dem Auspumpen des Recipienten bewegte sich die aufgeschwollene Viper, und lebte noch immer, obschon ihre Kinnladen ganz aufgesperrt blieben: ihre schwarze Zunge ragte aus dem Munde hervor, welcher innerlich gleichfalls schwarz angelaufen war: in dieser Lage blieb sie volle drei Stunden. Sobald als wieder Luft zuge-

lassen ward, schloß sich sogleich der Mund der Viper, welcher sich aber bald darauf wieder öffnete, und diese Bewegungen dauerten eine beträchtliche Zeit lang fort, gleichsam als ob noch Ueberreste des Lebens vorhanden wären. So ist es der Fall mit Thieren jeder Art; selbst kleine mikroskopische Insekten können nicht ohne Luft leben.

Die vorzüglichsten und wichtigsten Umstände in Rücksicht der Verbrennung und selbst des animalischen Lebens lassen sich durch einige wenige Versuche vollkommen erläutern. Man stecke ein gerades Stück Wachsstock von ohngefähr vier Zoll in einen großen Kork, nehme sodann eine leere Bouteille, und halte sie beim Halse in umgekehrter Lage; nun zünde man den Wachsstock an, und bringe ihn geschwind, doch so in die Flasche, daß man nicht an die Seiten der Flasche anstoße und ihn auslösche. Der Kork muß die Oeffnung der Bouteille genau verschließen, daß keine Luft von außen hineindringen kann. In ohngefähr einer Viertelminute werden Sie finden, daß die Flamme des Wachsstocks sich zusammenzieht, matt wird, und bald darauf ganz auslöscht. Nun ziehe man den Wachsstock heraus, schließe die Oeffnung der Flasche mit dem Daumen, zünde den Wachsstock wieder an, nehme den Daumen weg, und bringe den Wachsstock wieder in die Flasche, wo Sie sehen werden, daß er sogleich verlöscht, weil die Luft so verdorben worden ist, daß sie ferner keine Flamme mehr unterhalten kann. Will man die Luft in der Flasche aufbewahren, um den Versuch zu wiederholen, nachdem der Rauch sich gesetzt hat, so verstöpsele man entweder die Flasche sorgfältig, oder setze sie in umgekehrter Lage mit der Mündung unter Wasser.

Man lege acht oder zehn Stücke Geld eines über das andere in ein Becken, so daß sie zusammen eine kleine

Säule darin machen, bringe darauf etwas Baumwolle oder Papier mit einem Stückchen Schwefel, gieße nunmehr Wasser in das Becken, so daß es ohngefähr den fünften oder sechsten Theil der Höhe der Geldsäule erreiche, und stürze ein großes flaches gläsernes Gefäß darüber. Man muß das Gefäß etwas neigen, während dem man es darüber stürzt, damit einiges Wasser hinein, und etwas Luft herausgehe, und solchergestalt das Wasser innerhalb dem Gefäße in gleicher Höhe stehe, als außerhalb demselben. Diese Höhe bezeichne man äußerlich mit irgend einem Merkmale. Nachdem alles dieses geschehen, bringe man diesen Apparat an einen von der Sonne beschienenen Ort, und zünde vermittelst eines Brennglases die Baumwolle und den Schwefel an. Da jetzt die Luft innerhalb von der Flamme verdünnt wird, welche die brennbaren Substanzen machen, so drückt sie das Wasser nieder, und bahnt sich zuweilen sogar einen Ausweg: um dieß zu verhindern, muß man nur wenig brennbare Materie anwenden, und das Wasser ziemlich hoch in dem Gefäße kommen lassen, ehe man die Materie anzündet. Nun wollen wir unsern Apparat untersuchen: er ist jetzt wieder so kalt, als er vorher war, und Sie sehen an dem Merkmale, daß das Wasser innerhalb dem Gefäße höher gestiegen ist, welches beweist, daß das Verbrennen der Wolle die Luft in dem Glase vermindert hat. Diese Verminderung der Luft durch Verbrennen ist eine Erscheinung von größter Wichtigkeit.

Noch einen andern Versuch von der nämlichen Art, wie ihn Hales angestellt hat, will ich hier bloß anführen, um ihn gelegentlich wiederholen zu können. „Ich nahm, sagt Hales, ein angezündetes Licht, ohngefähr sechs Zehntheile eines Zolls im Durchmesser, setzte es unter einen umgekehrten Recipienten, und hob vermittelst eines Hebers das Wasser bis zu einer gewissen Höhe: als ich nun den Heber herauszog, so fiel das Wasser

eine Viertel-Minute, stieg aber nachher wieder, obschon das Licht fortfuhr zu brennen, und die Luft zu erhitzen, welches beinahe drei Minuten lang dauerte. Dieses Steigen des Wassers geschah indessen nicht in einer gleichen Progression, denn zuweilen stieg es nur langsam, zuweilen aber mit beschleunigter Bewegung, überhaupt um desto schneller, je dichter der Rauch ward." Sobald als das Licht ausgelöscht war, bemerkte Hales die Höhe des Wassers über seinem ersten Stand, und der Unterschied zeigte die Verminderung der Luft, welche er der Vernichtung ihrer Elastizität durch das brennende Licht zuschreiben zu müssen glaubte. Als die Luft abgekühlet war, stieg das Wasser in dem Recipienten gegen zwanzig bis dreißig Stunden lang fort, woraus er dann folgerte, daß ohngefähr der sechsundzwanzigste Theil der ganzen Menge Luft durchs Verbrennen zerstört worden sey.

Die Respiration der Thiere hat auf die Luft die nämliche Wirkung wie das Verbrennen, und ihre beständige Wärme ist wahrscheinlich eine Wirkung von der nämlichen Beschaffenheit. Wenn ein Thier in einer begränzten Menge atmosphärischer Luft eingeschlossen wird, so stirbt es, sobald die Luft verderbt ist; oder allgemein ausgedrückt: „Wenn eine Verbrennung oder irgend ein ähnlicher Prozeß in einem Gefäße, welches atmosphärische Luft enthält, vorgehet, so findet man, daß der ganze Prozeß nach einem gewissen Zeitraum aufhört, und daß die zurückbleibende Luft, welche ohngefähr drei Viertheile des ganzen Volumen beträgt, durch die erlittene Veränderung ferner unfähig ist, ein Verbrennen oder das animalische Leben zu unterhalten." Aus diesen Versuchen ergiebt sich, daß einer der folgenden Schlüsse statt haben müsse: 1) daß nämlich der verbrennbare Körper entweder irgend einen Grundstoff aus sich entwickelt haben müsse, welcher durch seine Verbindung mit der Luft sie

untüchtig zur Verbrennung macht; oder 2) er hat einen Theil der Luft eingesaugt, der zu dieser Absicht geschickt war, und hat einen Rückstand von ganz verschiedener Beschaffenheit nach sich gelassen; oder 3) es findet beides zugleich statt, nämlich der reine Theil der Luft ist eingesogen, und ein Grundstoff entwickelt worden, welcher die ursprünglichen Eigenschaften des Ueberrests verändert hat. Diese Umstände werden gegenwärtig bloß angeführt, um Ihre Aufmerksamkeit für diesen so wichtigen Gegenstand rege zu machen; in der Folge werden wir sie genauer erwägen.

Folgende Berechnung ist nach den Umständen gemacht, die sich aus dem Versuche des Dr. Hales ergeben. Die Flamme des Lichts, dessen er sich bediente, nahm ohngefähr einen halben Kubikzoll Raum ein, und doch verzehrte sie gegen 78 Kubikzoll Luft innerhalb drei Minuten, welches ohngefähr 3744 Kubikzoll innerhalb einem Tage, und 791 Kubikfuß innerhalb einem Jahre beträgt. Wenn Feuer zufolge dieser kubischen Dimensionen wirkt, welches der genaueste Maßstab ist, den wir annehmen können, so würde ein ähnliches Feuer von einem Kubikfuß 3456 Mal soviel Luft verzehren als das Licht, d. i. 2733696 Kubikfuß innerhalb einem Jahre. Nun wollen wir 170000 Wohnhäuser in London rechnen, (welches die Anzahl ist, wie man sie vor einigen Jahren gefunden) und zwei Feuer in einem Hause annehmen, ohne dabei Lichter, Lampen u. s. f. in Anschlag zu bringen, so beträgt die Summe an Kubikfußen, die in London verzehrt wird, gegen 230000 Millionen. Alle Umstände in den verschiedenen Welttheilen in Betreff dieser Luftverzehrung zusammengenommen, würde die Menge Luft, die man der Erdatmosphäre gewöhnlich zugesteht, in ungleich kürzerer Zeit verzehrt werden, als man sich vorstellen dürfte. Ich darf kaum erinnern, daß eine solche ungeheure Berech-

nung nur ohngefähr seyn kann, da es schwer seyn dürfte, alle hierzu gehörige Data aufzutreiben. In meinen fernern Vorlesungen werde ich Ihnen indessen zeigen, daß die göttliche Vorsehung reichlich für Mittel gesorgt hat, um die Reinheit der Luft wieder herzustellen, welche immerfort durch Verbrennen, Athemholen, Gähren und andere ähnliche Prozesse verdorben wird.

Da das Athemholen eine so nothwendige und wichtige Verrichtung des thierischen Lebens ist, so will ich Ihnen die dazu nöthigen Organe beschreiben; doch bitte ich in diesem Falle um billige Nachsicht, wenn meiner Beschreibung die strenge Genauigkeit des Anatomikers mangelt. Sie werden hieraus sehen, mit welcher Weisheit die innern Theile unsers Körpers, und jeder besonders zu dem ihm geeigneten Geschäfte eingerichtet worden sind; und gewiß heiße Gefühle der Dankbarkeit und Anbetung werden in Ihrer Seele bei der Betrachtung eines so bewundernswürdigen Mechanismus, und einer so unnachahmlichen Einrichtung entstehen, die in unzähligen bewundernswürdigen Beispielen vor unsern Augen liegen, und wohin auch der Mechanismus des Athemholens gehört. Mit Staunen werden Sie erfüllt werden, wenn Sie erwägen, das Sie jede Minute zwanzigmal, und jede Stunde 1200 Mal athmen, und daß alles von der göttlichen Vorsicht so eingerichtet worden ist, daß sich nichts ereignet, was, wir mögen nun essen, trinken, oder schlafen, das Athemholen unterbrechen könnte, obschon ohne diese weisheitsvolle Anordnung tausend schädliche Dinge in die Luftröhre fallen, und uns den augenblicklichen Tod bringen würden: denn jede Nahrung, welche durch den Schlund in den Magen kommen soll, muß über die Luftröhre weggehen, welche daher mit einer Klappe versehen ist, die sich während des Durchgangs schließt, und, sobald als der Bissen niedergeschluckt ist, sogleich wieder

öffnet, um dem so erforderlichen Zutritte der Luft wieder einen freien, ungehinderten und offnen Weg zu verschaffen.

Die Lungen liegen in der Brusthöhle, umgeben von den Ribben, welche einen regelmäßigen Bogen bilden, durch ihre Bewegung die Verrichtung des Athemholens unterstützen, und den beiden zum Leben wesentlich nothwendigen Eingeweiden, dem Herze und den Lungen, eine sichere Wohnung verschaffen. Die Lungen werden in den rechten und linken Flügel getheilt, haben unten eine breite Grundfläche, und endigen sich in eine stumpfe Spitze. Der rechte oder größere Lungenflügel wird in drei Lappen getheilt, der linke oder kleinere Flügel hingegen hat deren nur zwei. Die Substanz der Lungen besteht aus vielen kleinen Lappen, die von einander durch Zwischenräume getrennt werden, welche mit einem losen Zellgewebe angefüllt sind, durch welches sich die Gefäße verbreiten. Die kleinen Klappen sind wieder in noch kleinere getheilt, die wieder aus andern zusammengesetzt sind, immer aber an Größe abnehmen, und sich endlich in kleine membranöse Zellen oder Gefäße endigen, welche mit Luft angefüllt sind, verschiedene Gestalten und von allen Seiten mit einander Gemeinschaft haben. Keil berechnete die Anzahl dieser Gefäße auf 1744,000,000. Die Lungen-Pulsadern und Lungen-Blutadern sind in unzählbaren Zweigen durch die ganze Lunge vertheilt, und die kleinsten Gefäße umgeben jedes Luftbläschen wie ein Netz.

Durch die Luftröhre erhält die Luft einen freien Zutritt zu den Lungen: der oberste Theil dieser Röhre, der Kehlkopf genennt, öffnet sich in den Schlund vermittelst der Stimmritze, welche der Kehldeckel schließt, und mit der Atmosphäre durch den Mund und die Nasenlöcher in Verbindung steht. Die Luftröhre ist eine biegsame Röhre, die aus einer Reihe von knorpelartigen Ringen besteht,

die durch Muskelfibern mit einander verbunden, und mit einer Membrane überzogen sind. Diese Röhre steigt zu den Lungen herab, und theilt sich zugleich mit den zahlreichen Zweigen der Lungen = Puls = und Blutadern in unzählige noch kleinere Aeste, woraus eben die sogenannte schwammartige Substanz der Lungen entstehet.

Die Brusthöhle, worin die Lungen liegen, besteht aus Knochen, Knorpeln und Muskeln, die so künstlich geordnet sind, daß ihre Höhle nach Willkühr vergrößert oder vermindert werden kann. Dieß geschieht theils durch das Erheben der Rippen, theils durch das Hinabdrücken des Zwerchfells, oder der muskelartigen Abtheilung, welche die Brust von dem Unterleibe scheidet.

Diese Abtheilung ist im natürlichen Zustande gegen die Brusthöhle erhoben, und vermindert also durch ihre Convexität beträchtlich den Umfang dieser Höhle; allein während dem Einathmen wird das Zwerchfell herabgedrückt, und fast flach, wodurch es nunmehr der Brusthöhle einen Theil der Bauchhöhle einräumt.

Die Brusthöhle kann daher nach zwei verschiedenen Richtungen vergrößert werden, indem sie vermöge des Hebens der Rippen weiter, und durch das Hinabdrücken des Zwerchfells tiefer wird.

Wenn die Intercostal = Muskeln die Brust heben, und das Zwerchfell herabgedrückt wird, so wird die Brusthöhle erweitert, und die Luft innerhalb den Lungen nach Verhältniß des jetzt erlangten Raums ausgedehnt. Diese Luft wird folglich dünner, mithin spezifisch leichter, als sie vorher war, wo sie mit der Atmosphäre im Gleichgewichte stand; wenn also dieses Gleichgewicht durch die Ausdehnung aufgehoben worden, so tritt die äußere Luft in den Luftröhrenkopf, und geht durch alle Zweige der

der Luftröhre, wo sie das Gleichgewicht zwischen der umgebenden Luft und derjenigen in den Lungen wieder herstellt.

Es sey nun, daß die Brust durch das Einathmen gehoben, oder durch das Ausathmen niedergedrückt werde, so füllen die Lungen doch immer die ganze Höhle, und sind jederzeit mit dem Brustfelle in Berührung, so daß keine Luft zwischen dieser Membran und der äußern Oberfläche der Lungen eintreten kann; denn wäre hier Luft, so würden die Lungen in ihrer Verrichtung gehindert werden, da diese Luft dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewichte halten würde.

Da so viele Organe zum Athemhohlen behülflich seyn müssen, und diese wichtige Verrichtung vermittelst eines so ganz eignen und zusammengesetzten Mechanismus geschieht, so ist es nicht zu verwundern, daß verschiedene Versuche gemacht worden sind, die unmittelbare Ursache dieser Verrichtung zu erklären, indessen ist nach so vieler Mühe und Nachforschen bisher alles unerklärt geblieben, und die geschicktesten Anatomiker wissen hievon nicht mehr, als der einfältige Bauer.

Alles, was wir davon wissen, ist ohngefähr folgendes: eine gewisse Empfindung treibt uns an, die Brust zu erweitern; dieser Neigung folgt die Wirkung, und es strömt nun sogleich Luft in die Lungen ein. Wenn soviel Luft eingedrungen ist, als die Erhaltung der Gesundheit erfordert, so fühlen wir wieder einen gleichen Antrieb, sie auszustoßen, und dem Verlangen folgt auch sogleich die Vollziehung. Diese wechselseitigen Gefühle werden so lange als wir leben beständig erneuert und befriedigt, schlafend sowohl, als wachend.

Die Menge des Bluts, welches durch tausendfache Ströme in die Lungen tritt, ist außerordentlich groß, und

dem Blute gleich, (vielleicht selbst noch größer) welches während derselben Zeit durch alle übrige Theile des Körpers getrieben wird; ein Beweis, daß von dem Blute in diesem Eingeweide ein eigener und beträchtlicher Gebrauch gemacht wird. Die Physiologen sind unter einander über die verschiedenen Bestimmungen der Lungen, oder welche Wohlthaten das Athemholen dem ganzen übrigen Körper gewähre, nicht einig; eine und die andere dieser Bestimmungen sind indessen von selbst einleuchtend und unbezweifelt. Es ist unbezweifelt, daß wir ohne Lungen nicht sprechen könnten: nicht weniger merkwürdig ist die Uebereinstimmung, die zwischen dem Athmen und Denken Statt findet; denn bloß durch ihre Beihülfe geschieht es, daß die Stimme modulirt wird, und daß wir im Stande sind zu sprechen. Wenn wir schweigend denken, so athmen wir leise; denken wir tief, so ist auch unser Athemhohlen tief; wir ziehen die Lungen zusammen, oder erheben und erweitern sie, je nachdem wir denken. Mittelst der Luft, welche in unsre Nasenlöcher tritt, und die Ausflüsse mit sich führet, wird das Athemholen zu einem Instrumente für den Sinn des Geruchs. Ueberhaupt steht alles in dem Körper mit einander in so genauer Verbindung, daß wenn die Lungen athmen, alles in dem Körper durch dieses Athmen und den Pulsschlag des Herzens in Thätigkeit gesetzt wird; denn das Herz ist mit den Lungen durch die Herzohren verbunden, und so stehen auch alle übrige Eingeweide des Körpers durch Ligamente mit der Brusthöhle in solcher Verbindung, daß das Athemholen auf jeden Theil einigen Einfluß hat. Wenn die Lungen aufgeblasen werden, und die Brusthöhle durch die Rippen ausgespannt ist, so erweitert sich auch das Brustfell, und das Zwerchfell wird niedergedrückt; hierdurch aber werden zugleich alle untern Theile des Körpers, welche mit jenen durch Ligamente verbunden sind, in Bewegung gesetzt. Die Wirkung dieser abwechselnden Bewegung der Lungen

bringt also bis in die verborgensten Winkel der Eingeweide, und afficirt sie auf irgend eine Art. Diese Verbindung der Bewegung des Herzens und der Lungen mit allen übrigen Theilen des Körpers wird dadurch um so vollkommner, daß das Herz, welches gleichsam in dem Schooße der Lungen liegt, damit durch seine Ohren verbunden ist und auf dem Zwerchfelle ruht, zugleich mit den Zwerchfells-Pulsadern Antheil an der Lungenbewegung nimmt. Dagegen hängt aber auch die Bewegung der Lungen wieder von dem Einströmen des Blutes aus dem Herzen ab; denn wenn das Blut aus dem Herzen in die Lungen zu fließen aufhört, hört auch das Athemholen auf.

Zwischen dem Athemholen und dem Kreislaufe des Bluts herrscht die innigste Verbindung. Wenn das Athemholen durch die Dämpfe des brennenden Schwefels, durch mephitische Luft, oder wenn man einige Minuten unter Wasser ist, auf nur kurze Zeit unterbrochen wird, so hört auch die Bewegung des Herzens auf: indessen kann in Fällen dieser Art die Bewegung des Herzens durch Einblasen von Luft in die Lungen u. s. f. wieder hergestellt werden, und viele Fälle zeugen von dem glücklichen Erfolge. Bei scheinbar Todten von unterbrochnem Athemholen fängt, wenn man die Lungen wieder in Bewegung setzen kann, das Herz wieder an zu schlagen, das Blut beginnt von neuem seinen Kreislauf, und der Todte ist gerettet.

Das Blut wird in den Lungen von unverdauten Dingen gereiniget, und zieht aus der Luft die ihm nothwendigen Theile an. Dieß erhellet nicht nur daraus, daß bloß venöses Blut, welches noch mit rohen Speisesafttheilen angefüllt, und eben deswegen zu dem das Leben unterhaltenden Kreislauf wenig geschickt ist, in die Lungen einströmt; sondern auch aus den feuchten,

und durch den Geruch ihren Ursprung verrathenden Ausdünstungen der Lunge. Diese ausgehauchten Dünste sind so verdorben, daß es nothwendig von übeln Folgen seyn würde, wenn sie in den Lungen zurückblieben, oder von andern Thieren eingeathmet würden. Auch sieht man dieß aus der verminderten Menge des Bluts, welches in die linke Herzkammer wieder zurückkommt. Daß das Blut von der Luft eine ihm angemessene Nahrung erhalte, muß man sowohl aus der großen Menge von Ausdünstungen folgern, womit sie angeschwängert ist, und die zugleich mit ihr in die schwammigen Zellen dieses großen Laboratorium treten, wo sie von den offnen Blutgefäßen eingesogen werden; als auch daraus, daß das Blut, welches in die linke Herzkammer zurückkommt, in Arterienblut verwandelt, und von lebhafterer Farbe ist. Alles dieses beweiset also hinreichend, daß das Blut in den Lungen von fremdartigen Dingen gereiniget, und mit gleichartigen Dingen genähret wird. Diemerbroek erzählet, daß er in den Lungenbläschen zweier asthmatischer Personen, die er geöffnet, Staub gefunden habe: der eine war ein Steinhauer, dessen Lungenbläschen so mit Staub angefüllt waren, daß während dem Seziren sein Messer wie in einen Haufen Sand schnitt; der andre, ein Federhändler, habe seine Lungen voll von feinen Flaumfedern gehabt.

Das Athemholen erzeugt verschiedene andere Funktionen der animalischen Oekonomie. Alle Thiere, welche mit Lungen versehen sind, drücken ihr Begehren, ihre Neigung und ihren Abscheu, so wie ihr Vergnügen und ihre Unlust, entweder durch Worte, oder durch jeder Gattung eigene Töne aus, welche sämmtlich durch Verengung oder Erweiterung der Luftröhre hervorgebracht werden. Die niedern Arten von Thieren sind hierdurch in Stand gesetzt, sich auf solche Art auszudrücken, daß sie jedem einzelen ihrer Gattung verständlich werden.

Nur dem Menschen hat die göttliche Vorsehung das Geschenk der Sprache gegeben, als Mittel, seine verschiedenen Gefühle und Begriffe durch eine regelmäßige, jeder Erweiterung fähige und allgemein angenommene Verbindung artikulirter Töne auszudrücken. Das Sprechen geschieht vermittelst einer sehr verschiedenen und verwickelten Maschinerie. Die Zunge, die Lippen, die Kinnladen, der ganze Gaumen, die Nase, die Kehle, nebst den Muskeln, Knochen u. s. f., kurz alle Theile, aus denen diese Organe zusammengesetzt sind, tragen das Ihrige bei, um den Ton zu moduliren, die Stimme zu bilden, und so die Sprache selbst zu erzeugen, die uns so außerordentlich wichtige Vortheile gewähret. Dieses in einander greifende Spiel der Organe lernen wir üben, wenn wir noch jung sind, und daher sind wir uns des Mühsamen dabei so wenig als der Art bewußt, auf welche wir eigentlich die verschiedenen Worte und Buchstaben aussprechen.

Von Gott allein kommt es, daß der Mensch das Vermögen zu sprechen, die Kraft, seine Stimme zu artikuliren, und ihr eine so große Verschiedenheit deutlicher Töne nach seinem eignen Willen und nach seiner besondern Wahl zu geben, besitzt. Er allein ist es, welcher den Menschen mit denjenigen Werkzeugen versehen hat, wodurch er der Artikulation fähig ist: der den Mund und die Zunge so bildete, daß sie biegsamer, beweglicher und geschmeidiger wurden, als eben diese Theile der übrigen Thiere. Er ist es, welcher diese unmittelbare Organe zum Sprechen in den Menschen legte, sie mit eigenen Muskeln versah, wodurch er seinem Munde jeden Grad der Oeffnung und Biegung, und seiner Zunge jede Art der Lage geben kann, indem er dieses so äußerst bewegliche Glied so weit als es die Sphäre seiner Bewegung erlaubt, bald an diesen, bald an jenen Theil anleget, und zu den erforderlichen Absichten anwendet.

Abgeschmackt ist also die Vorstellung derjenigen, die die Meinung des Diodorus Sikulus annehmen, „daß die ersten Menschen eine geraume Zeit in Wäldern und Höhlen gelebt, so wie die Thiere, und bloß inartikulirte, verworrene Töne von sich gegeben hätten.“ Kaum kann man ein der Natur der Dinge mehr entgegenlaufendes Urtheil fällen. Denn zeigt uns nicht die Natur täglich bei allen Thieren und Vögeln, daß sie eine natürliche ungelernte Sprache besitzen, die keinesweges aus inartikulirten Tönen besteht, sondern die vermöge eines artikulirten Unterschiedes jedem einzelen Thiere dieser Art immer vollkommen deutlich und verständlich ist. Wenn wir daher nach Maßgabe der Natur der Dinge berechtiget sind, vorauszusetzen, daß der Mensch in seiner Art so vollkommen geschaffen wurde, wie die Thiere es in der ihrigen waren, so wird uns die Natur der Dinge nöthigen, zu behaupten, daß der erste Mensch schon von Natur eine ungelernte Sprache besessen, die seiner Art so angemessen, so nützlich, so bestimmt, und den Menschen unter einander so vollkommen verständlich gewesen ist, als diejenige der Thiere und Vögel nach ihren verschiedenen Arten. Die Sprache jedes Geschöpfs ist natürlich, keineswegs gelernt; sie ist eben so sehr die Wirkung *seiner ganzen Natur*, die vereinigte Wirkung seiner Seele, seines Körpers und Geistes, als es sein Leben ist; sie ist artikulirt oder nicht artikulirt, gut oder schlecht, tonreich oder widrig, gerade so wie das Leben des Geschöpfes sich mehr oder weniger der geistigen oder irdischen Natur nähert.

Wenn der Mensch keine natürliche Sprache hätte, so würde er niemals, weder durch Verstand noch durch Witz, eine künstliche erfunden haben; denn jede künstliche Sprache setzt ein Uebereinkommen oder einen Vertrag voraus, irgend welchen Gedanken bestimmte Zeichen zu geben; es muß also ein Vertrag oder Uebereinkommen

statt gefunden haben, ehe künstliche Zeichen angewendet worden sind; da sich nun aber kein ähnlicher Vertrag ohne Zeichen oder ohne Sprache denken läßt, so muß es eine natürliche Sprache gegeben haben, ehe eine künstliche erfunden werden konnte.

Das Athemholen trägt auch zum Lachen bei; denn um dieses zu thun, athmen wir zuerst stark ein, auf welches sodann häufige abgebrochene und laute Ausathmungen erfolgen. Wenn das Kützeln und die darauf folgenden Ausathmungen groß sind, sie mögen nun von der Seele oder vom Körper entspringen, so unterbrechen sie das Athemholen in einem solchen Grade, daß Erstickung zu befürchten ist. Ein mäßiges Lachen befördert die Gesundheit, indem der ganze Körper dadurch eine gewisse Erschütterung erleidet: es befördert den Kreislauf des Bluts, giebt ein freudiges Ansehen, und verscheucht den Trübsinn der Seele.

Wir wenden beinahe die nämlichen Organe beim Weinen wie beim Lachen an: es fängt mit einem tiefen Einathmen an, worauf kurze, abgebrochene laute, aber unangenehme Ausathmungen erfolgen. Die Organe des Athemholens sind auch beim Husten, Ausschneuzen, Gähnen, Singen, Seufzen, und bei verschiedenen andern Verrichtungen der thierischen Oekonomie erforderlich.

Durch das Athemholen werden die Gerüche zur Nase geleitet. Sie werden aus eigner Beobachtung wissen, daß alle animalischen und vegetabilischen Körper, und wahrscheinlich alle, oder doch die meisten übrigen Körper, wenn sie der Luft ausgesetzt werden, beständig feine Ausdünstungen, je nach dem verschiedenen Zustande ihres Lebens, des Wachsthums, des Gährens und Faulens, um sich herum verbreiten. Der Geruch der Pflanzen und anderer Körper rührt von denjenigen flüchtigen Theilen her,

welche überall, wohin sie sich in der Luft verbreiten, von den Geruchswerkzeugen empfunden werden. Die Schärfe dieses Sinns bei einigen Thieren zeigt, daß diese Ausströmungen sich weit verbreiten, und unbegreiflich fein seyn müssen. Diese Ausströmungen werden in die Nasenlöcher zugleich mit der Luft eingezogen, welche beim Einathmen sowohl, als beim Ausathmen durch dieselben hindurch gehet.

Durch die Anatomiker wissen wir, daß die Schleimhaut und die Geruchsnerven, welche auf dieser Haut verbreitet liegen, die Organe sind, die von der göttlichen Vorsehung für diesen Sinn bestimmt sind: so, daß wenn ein Körper keine Ausdünstungen verbreitet, oder, wenn sie nicht bis zur Nase gelangen, oder, wenn die Schleimhaut oder die Geruchsnerven unfähig sind, ihre Wirkung aufzunehmen, kein Geruch empfunden wird.

Es ist einleuchtend, daß dieser mechanischen Instrumente ohnerachtet, weder das Geruchsorgan, noch das Mittel, noch irgend denkliche, in den eben erwähnten Theilen, oder in den Nerven, oder den Lebensgeistern erweckte Bewegungen der Empfindung des Geruchs im geringsten ähnlich sind. Es läßt sich kein Geruch als für sich selbst bestehend ohne Seele, oder ohne etwas denken, was das Vermögen habe zu riechen, daher er auch eine Empfindung genennt wird. Das Vermögen zu riechen ist sehr verschieden von der Geruchsempfindung; denn das Vermögen kann bleiben, wenn gleich keine solche Empfindung mehr Statt hat. Eben so wenig darf auch die Seele mit dem Vermögen verwechselt werden, denn diese dauert in dem nämlichen Individuum fort, wenn schon das Vermögen verlohren ist.

Nun will ich zuvörderst zeigen, wie mannichfaltig die göttliche Weisheit bei den verschiedenen Geschöpfen

nach ihrem eigenthümlichen Körperbau und ihrer besondern Lebensart diese Organe zur Aufnahme der Luft, zum Athmen u. s. f. eingerichtet hat, und Ihnen dann einige besonders merkwürdige Beispiele vorlegen. So athmen zwar die Vögel auch vermittelst der Lungen, aber diese haben eine solche Einrichtung, daß sie die Luft beinahe zu jedem Theil ihres Körpers führen. Die Lungen der Vögel sind mit dem Zwerchfelle, den Rippen, den Seiten und den Wirbelknochen so fest verbunden, daß sie sich nur sehr wenig erweitern oder zusammenziehen können. Bei diesen Geschöpfen hat die Substanz der Lungen sowohl als des Zwerchfells viele Oeffnungen für den Durchgang der Luft zu den übrigen Theilen des Körpers. An jeder solchen Oeffnung befindet sich ein besondrer membranöser Beutel, und diese Beutel sind außerordentlich dünn und durchsichtig; sie erstrecken sich durch den ganzen Unterleib, sind an dessen Hinterfläche und Seiten befestiget, und jeder derselben nimmt durch seine Oeffnungen in die Lungen Luft ein. Die Zellen, in welche bei den Vögeln die Luft aus den Lungen tritt, findet man nicht allein in den weichen Theilen, sondern auch selbst in den Knochen.

John Hunter hat eine Menge Versuche angestellt, um den Nutzen dieser allgemeinen Verbreitung der Luft durch den ganzen Körper der Vögel zu entdecken; und aus diesen hat man gefunden, daß durch diese Einrichtung ihr Athem bei ihrer schnellen Bewegung durch ein widerstehendes Medium nicht gehindert oder unterbrochen werden kann. Der Widerstand der Luft wächst nach Verhältniß der Geschwindigkeit der Bewegung: wäre es einem Menschen möglich, sich mit einer Geschwindigkeit zu bewegen, die derjenigen einer Schwalbe gleich wäre, so würde der Widerstand der Luft, da er mit solchen Luftbehältern nicht versehen ist, dergleichen diese Vögel haben, ihn ersticken.

Wallfischartige Fische athmen wie der Mensch vermittelst der Lungen, und müssen folglich nach einem gewissen Zeitraume immer wieder zur Oberfläche, um die vorige Luft auszuathmen, und frische wieder einzuathmen. Andere Arten von Fischen sind anstatt der Lungen mit Kiefen versehen, wodurch sie sowohl Wasser als Luft einziehen, denn Luft ist mit jedem Wassertheilchen vermischt. Uebrigens muß das Wasser, worin sie schwimmen, eine freie Verbindung mit der Luft haben; denn sie können nicht lange leben, wenn sie dieses belebenden Elements beraubt werden.

Insekten sind mit Lungen versehen, welche denjenigen der Menschen, der vierfüßigen Thiere u. s. f. ähnlich sind; allein da bei ihnen der Durchgang der Luft durch ihre Körper nothwendig ist, um das Lebensprincip zu unterhalten, so sind sie mit besondern Organen und einer Einrichtung versehen, die zu dieser Absicht schlechterdings erforderlich sind. In Rücksicht der umständlichern Beschreibung dieser Theile muß ich mich hier auf meine mikroskopischen Versuche beziehen; bloß eines einzigen Beispiels, der Larve der Bienenfliege (Musca pendula *Linn.*) will ich hier erwähnen.

„Als ich, erzählt ein fleißiger Naturforscher, mit einigen Freunden auf einer Exkursion mich befand, so waren alle erstaunt, als wir auf eine kleine Pfütze mit röthlichem Wasser trafen, dessen Oberfläche sich beständig fortbewegte. Als wir etwas von diesem Wasser aufnahmen, so fanden wir darin eine Menge von kothigen gestaltlosen Thieren, welche beinahe das Ansehen der gemeinen Maden hatten, nur daß sie noch häßlicher waren; sie waren braun, dick, kurz und mit Schwänzen versehen. Ich ließ sie," fährt dieser Naturforscher weiter fort, „auf das Gras legen, und fertigte einen Bedienten ab, etwas rei-

nes Wasser zu holen, worauf ich dann anfieng, ihre Beschaffenheit, ihren Ursprung und ihre Eigenschaften zu erklären."

„Ich hatte meine Gefährten öfterer belehrt, daß kein geflügeltes Insekt aus dem Eie gebrütet würde, sondern daß sie sämmtlich erst unter der Gestalt von Würmern, Maden oder Raupen zum Vorschein kämen; oder mit andern Worten, daß sie unter einer Hülle von Häuten leben, sich bewegen und fressen, und dem Ansehen nach von ihren Aeltern ganz verschiedene Thiere zu seyn scheinen: sie waren daher keineswegs erstaunt, als ich ihnen sagte, daß diese Geschöpfe sich noch nicht in ihrem vollkommnen und letzten Zustande befänden, sondern daß es die noch unverwandelten Kinder der Bienenfliege (musca pendula) seyn. Diese Fliege wird von dem allgemeinen Führer der Natur, dem Instinkt, dahin angetrieben, ihre Eier an den Rand des Wassers zu legen. Ihre Jungen, so lange sie sich noch in ihrem wurmartigen Zustande befinden, leben und nähren sich im Wasser. Das Weibchen, welches seine Eier in dieses Element nicht legen könnte, ohne dabei zugleich umzukommen, legt solche auf das trockne Land, nahe an dem Orte, der zum Aufenthalte ihrer Jungen bestimmt ist, und diese werden ebenfalls durch Instinkt getrieben, sich gegen das Wasser zu bewegen. Haben sie endlich ihr volles Wachsthum erreicht, und ist das Thier reif zu einem neuen Leben, so verlassen sie wieder das Wasser, um nach ihrer völligen Entwickelung auf dem festen Lande sich aus ihrer Hülle in die Lüfte zu erheben."

„Als der Bediente mit etwas Wasser zurückkam, so bemerkte man, daß, obschon das Athemholen zu allem thierischen Leben erforderlich ist, es doch bei verschiedenen Arten und Gattungen verschiedentlich geschieht; und daß, indeß der Mensch, und überhaupt alle

übrigen Thiere durch den Mund athmen, diese Geschöpfe dieses Geschäfte vermittelst des Schwanzes verrichteten."

„Die Insekten, welche wir untersuchten, waren ohngefähr einen halben Zoll lang, ihr Schwanz aber hatte beinahe die Länge eines ganzen Zolls. Nach diesem Maße wurde anfangs verhältnißmäßig soviel Wasser eingeschüttet, daß es hoch genug stand. Als man hierauf einige dieser Insekten hinein warf, so sanken ihre Körper natürlicher Weise mit dem Kopfe unterwärts; und indeß sie schienen auf dem Boden nach Nahrung zu suchen, sahe man ihren Schwanz genau oberhalb dem Wasser, und in einer beständigen Bewegung."

„Meine Gefährten, welche gelernt hatten, jede Beobachtung dieser Art zu einer Quelle der Anbetung gegen den höchsten Schöpfer, Vertheiler und Erhalter aller Dinge zu machen, bewunderten die Sorgfalt seiner Vorsehung, die diesem Thiere die Einrichtung gegeben, daß es nicht ersticke, indeß es nach Nahrung sucht. Ich ließ jetzt eine Pinte mehr Wasser in das Glas gießen, indeß alle es zu verhindern suchten, weil sie befürchteten, daß eben dadurch diese unglücklichen Geschöpfe ihr Leben verlieren könnten; allein ihre Bewunderung stieg noch höher, als ich Ihnen sagte, daß ihnen kein Uebel begegnen würde, weil sie das Vermögen besäßen, ihren Schwanz bis auf einen Zoll weiter zu verlängern, und daß es keineswegs ihnen an Mitteln fehle, selbst in einer noch größern Tiefe des Wassers zu leben. Als nun ein Quart Wasser mehr eingegossen wurde, so fand sich bald, daß dieser scheinbare Schwanz des Insekts eigentlich eine Röhre war, in welcher sich wieder eine andere kleinere, aber doch noch immer hinreichend weite Röhre befand, um so viel Luft

zuzuführen, als dieses Thier zum Leben bedurfte. Diese Röhre stieg aus der größern empor, und erstreckte sich bis zur Oberfläche des Wassers; und als man die Oberfläche des Wassers wieder um zwei Zoll erhöhete, verlängerte sich diese Röhre von neuen, so weit als es erforderlich war; dieß gieng so fort bis an den Rand des Glases, wo wir jetzt den Versuch nicht weiter verfolgen konnten.

Fünfte Vorlesung.

Von dem Schalle.

Nachdem ich die Wirkung der Luft beim Athemholen u. s. f. erklärt habe, wende ich mich nun zur Betrachtung des Schalles, welcher ebenfalls durch ihre Wirkung hervorgebracht wird. Der Sinn des Gehörs, wodurch wir einen Schall, Laut oder Ton empfinden, trägt zu unserer Glückseligkeit nicht wenig bei, weil eben hierdurch uns ein weites Feld für Vergnügen geöffnet wird; und obschon derselbe nicht so weit umfassend ist, als der Sinn des Gesichts, so gelangt er doch nicht selten über Hindernisse, die dem Auge unersteigbar waren, und gewährt uns Kennntnisse von der größten Wichtigkeit, womit außerdem unser Verstand nicht bereichert worden wäre.

Der Schall verbreitet sich nach jeder Richtung, so daß ihn Tausende mit eben der Leichtigkeit vernehmen können, als jeder Einzele. Jedes Geschöpf wird durch musikalische Töne angenehm gerührt; unter musikalischen Tönen verstehe ich aber keinesweges die Harmonie der Töne, denn nur ein gebildeter Geist kann diese Harmonie empfinden, sondern ich meine bloß solche einfachen Töne, die sehr melodisch sind, besonders die hellen, weichen und lebhaften.

Der Metaphysiker entwickelt die Vorstellung vom Schalle: der Anatomiker beschreibt den Eindruck, den er

auf das Ohr macht, und die Art, wie er von da bis zum allgemeinen Sinnenwerkzeuge, dem Gehirne, fortgepflanzt wird: der Naturforscher untersucht ihn in der Substanz, wo er erzeugt, und in dem Medium, wodurch er bis zum Ohre geleitet wird. Der Wilde kann nicht begreifen, wie wir einander unsre Gedanken durch Schriften mittheilen können, allein die Mittheilung derselben durch Worte würde uns eben so wunderbar scheinen, wenn wir uns unsere Gedanken nicht wirklich mittheilten, ehe wir noch wissen, was für ein Wunder sie ist, d. i. ehe wir irgend eine Erfahrung gemacht haben, wogegen neue Erscheinungen streiten.

Der Schall entspringt von einer vibrirenden oder zitternden Bewegung, welche durch einen Schlag gegen einen schallenden Körper hervorgebracht wird; diese Bewegung theilt er sodann dem ihn umgebenden Medium mit, welches den Eindruck bis zu unserm Ohre führt, und hier die Empfindung desselben bewirkt; oder mit andern Worten, der Schall ist eine Empfindung, welche von dem Eindrucke entsteht, welcher von einem schallenden Körper auf die Luft, oder auf das Wasser u. s. f. gemacht, und durch eins von diesen Mitteln bis zum Ohren geleitet wird.

Es ist daher zur Erzeugung des Schalls dreierlei erforderlich: 1) ein schallender Körper, welcher den Eindruck macht; 2) ein Medium, das ihn fortleitet, und 3) ein Ohr, um diesen Eindruck aufzunehmen.

Genau gesprochen, sind schallende Körper solche, deren Klänge deutlich, mit einander vergleichbar, und von einer gewissen Dauer sind; dergleichen sind die von einer Glocke, einer Violinsaite, keinesweges aber solche, die bloß einen dumpfen Schall oder ein Geräusch machen, wie z. B. wenn ein Stein auf das Pflaster fällt. Um schallen zu können, muß der Körper eine gewisse Elastizität

besitzen; oder seine Theile müssen einer vibrirenden Bewegung fähig seyn, wenn sie mit einem Stabe oder irgend einem andern Instrumente geschlagen werden.

Gold, Silber, Kupfer und Eisen, sind gleichfalls tönend, da sie elastische Metalle sind; da hingegen Blei, als ein unelastischer Körper, keinen Ton giebt. Zinn, welches für sich nicht viel mehr Klang hat als Blei, giebt dem Kupfer einen stärkern Klang, wenn es damit gemischt wird. Glockenspeise besteht aus zehn Theilen Kupfer und einem Theil Zinn. Jedes ist dehnbar, wenn es für sich ist, obschon das Zinn freilich nur in einem geringen Grade; beide zusammen bilden indessen eine dritte Substanz, die beinahe so zerbrechlich als Glas ist. So wunderbar ist das Vermögen des Zinns in dieser Rücksicht, daß selbst der Dampf davon, wenn es im Schmelzen ist, dem Golde und dem Silber eine Brüchigkeit mittheilt, obschon beide für sich die dehnbarsten Metalle sind.

Es giebt hauptsächlich drei Klassen tönender Körper: 1) Glocken von verschiedener Gestalt und Größe; Glasglocken geben den reinsten und schönsten Ton; und da Glas sehr elastisch ist, so ist der Ton desselben außerordentlich durchdringend. 2) Pfeifen von Holz oder Metall, die vermittelst einer vibrirenden Platte von Metall, um die Wirkung des Luftröhrenkopfs nachzuahmen, eine solche Einrichtung erhalten können, daß sie beinahe die menschliche Stimme nachahmen. 3) Saiten, entweder von Metall oder von animalischen Substanzen. Die Töne, welche sie geben, sind tiefer oder höher, je nach der Stärke, Länge und Spannung derselben. Wenn Fichten- oder Tannenholz, welches vermöge seines fiberartigen Gewebes sehr elastisch ist, mit Saiten in Verbindung gebracht wird; oder wenn Saiten durch Pferdehaare in Bewegung gesetzt werden,

so wird die Wirkung und Stärke eines tönenden Körpers durch den andern sehr vermehrt.

Man hält allgemein die Luft für das gewöhnliche Medium des Schalls, oder für das Medium, wodurch der Schall von tönenden Körpern fortgepflanzt, und dem Ohre mitgetheilt wird. Dieß läßt sich sehr leicht durch einen Versuch mit der Luftpumpe beweisen. Ich hänge hier diese Glocke innerhalb einen Recipienten, und so lange er noch voll von Luft ist, schallt die Glocke fast so stark als vorher. Jetzt will ich aber die Luft auspumpen, wo Sie bald finden werden, daß sich der Schall nach dem Verhältniß vermindert, als die Luft verdünnt wird, und daß, wenn die Luft beinahe ganz ausgepumpt worden, fast gar kein Schall mehr gehört wird. Man hat der Folgerung, die wir aus diesem Versuche gezogen haben, den Einwurf gemacht, daß nämlich, wenn die Luft von innen ausgepumpt werde, der Druck der aufliegenden Luft auf die äußere Oberfläche des Recipienten den Uebergang des Schalls auf die nämliche Art hindern werde, wie ein Körper gehindert wird zu klingen, wenn er an irgend einer Stelle einen Druck erleidet. Allein dieser Einwurf läßt sich sehr gut heben; denn wenn die Luft innerhalb dem Recipienten verdichtet wird, anstatt daß man sie verdünnt, so wird der Schall dadurch stark vermehrt, obschon hier eine eben so große Ungleichheit des Drucks auf die zwei Oberflächen statt findet, als es im erstern Beispiele der Fall war. Hawksbee hat durch eine Reihe sehr sinnreicher Versuche gezeigt, daß der Schall durch dichte Luft ungleich weiter verbreitet werde, als durch verdünnte, und daß Luft, die noch einmal so dichte ist als gemeine Luft, den Schall doppelt so weit verbreite. Hieraus folgert er nun, daß der Schall nicht bloß in einem geraden Verhältnisse wie die Dichtigkeit der Luft, sondern wie das Quadrat der Dichtigkeit vermehrt werde. Nach Brisson's

Versuchen wird, wenn ein tönender Körper in ein elastisches Fluidum gesetzt wird, dessen Dichtigkeit größer ist, als diejenige der gemeinen Luft, der Schall in diesem Fluisum ungleich stärker seyn, als in der Luft. Sein Versuch geschahe mit dem kohlensauern Gas.

Allein obschon die Luft, überhaupt genommen, das allgemeine Fortpflanzungsmittel des Schalls ist, so verbreitet sich dem ohnerachtet der Schall auch dahin, wo ihn keine Luft hinleiten kann. So kann das Kratzen oder Schlagen mit einem Nagel an dem einen Ende eines langen Stücks Zimmerholz von einem Ohre, das nahe an das andere Ende gelegt wird, gehört werden, obschon es in derselben Entfernung durch die Luft nicht gehört würde; und der Schall zweier Steine, die gegen einander unter Wasser geschlagen werden, kann in einer ungleich größern Entfernung von einem Ohre, das sich unter dem Wasser des nämlichen Flusses befindet, gehört werden, als er in der Luft gehört wird. Dr. Franklin glaubt, ihn auf eine Meile weit gehört zu haben. Diese Wirkungen rühren wahrscheinlich von der Zwischenkunft irgend einer Ursache her, welche beweglicher und wirksamer ist als die Luft.

Wenn irgend ein elastischer Körper geschlagen wird, so geräth dieser Körper, oder auch nur irgend ein Theil desselben in eine schwingende Bewegung. Dieß sieht man deutlich an der Saite einer Violine oder eines Klaviers, deren schwingende Bewegungen man mit Augen sehen, und mit der Hand fühlen kann, wenn sie durch Streichen oder Schlagen zum Schallen gebracht worden.

Wenn eine Glocke vermittelst eines Hammers oder des Klöppels an der innern Seite derselben geschlagen wird, so erhält sie hierdurch eine schwingende Bewegung. Die Grundfläche der Glocke ist ein Kreis; wird nun gegen

irgend einen Theil dieses Kreises an der innern Seite geschlagen, so erweitert sich dieser Theil, so daß der Durchmesser, welcher durch diesen Theil der kreisförmigen Grundfläche geht, länger seyn wird als der andere Durchmesser. Die Grundfläche wird durch das Anschlagen in ein Oval verwandelt, dessen längere Axe durch den Theil geht, gegen welchen der Klöppel schlug. Die Elastizität der Glocke stellt die Figur der Grundfläche wieder her, und nöthigt den ausgewichnen, erweiterten Theil, wieder in seine vorige Lage zurück zu treten. Hierauf erfolgt dasselbe wieder; der Theil weicht wieder aus, und die Glocke verändert sich wieder in ein Oval, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt die kürzere Axe durch denjenigen Theil gehen wird, welcher zuerst angeschlagen wurde.

Der nämliche Schlag, welcher die Glocke in schwingende Bewegungen setzt, verursacht auch zugleich den Schall: und so wie diese Schwingungen schwächer werden, wird auch der Schall schwächer. Ihre Sinne können Sie überzeugen, daß die Theile der Glocke sich in einer schwingenden Bewegung befinden: denn wenn Sie Ihre Hand sanft auflegen, so fühlen Sie diese Schwingungen; oder wenn sie kleine Papierschnitte darauf werfen, so sehen Sie, daß diese durch das Zittern der Glocke in Bewegung gesetzt werden. Diese Vibrationen verursachen ähnliche wellenförmige Bewegungen in der Luft; und da die Bewegungen eines flüssigen Körpers den Bewegungen eines andern ähnlich sind, und dadurch erläutert werden können, so hat man die unsichtbaren Bewegungen der Luft nicht unschicklich mit den sichtbaren Wellen des Wassers verglichen, welche entstehen, wenn plötzlich ein Stein hinein geworfen wird. Diese Wellen verbreiten sich nach allen Richtungen in konzentrischen Kreisen, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt der Ort ist, wo der Stein hinein geworfen wurde. Stoßen diese nun gegen eine Sandbank,

einen Hügel, oder gegen irgend ein andres Hinderniß, so kehren sie in entgegengesetzten Richtungen zu dem Ort wieder zurück, wo sie anfiengen. Auf ähnliche Art verbreitet sich der Schall nach jeder Richtung, und die Entfernung seines Fortganges steht im Verhältniß mit dem Schlage der schwingenden Glocke oder Saite. Die nachgebende Beschaffenheit der Flüssigkeiten bringt es mit sich, daß wenn andre Wellen nahe bei den erstern erzeugt werden, und andre wieder nahe bei diesen, sie alle ihren Lauf unter einander ohne alle Unterbrechung fortsetzen; diejenigen, welche rückwärts laufen, gehen bei denjenigen, welche vorwärts gehen, vorbei, und selbst durch sie hindurch; werfen sie einen Stein in einen Sumpf, und bald darauf einen zweiten, und wieder einen dritten, so werden Sie bemerken, daß die gegenseitigen Kreise ununterbrochen fortlaufen, und in regelmäßiger Folge hinter einander an das Ufer schlagen. Auf gleiche Art besitzt die Atmosphäre das Vermögen, den Schall in der schnellsten Succession und Verbindung fortzupflanzen, und zwar so deutlich, als er erzeugt worden ist. Sie besitzt die Kraft, nicht nur einfache und zusammengesetzte Schwingungen in geraden Linien von dem Orte des Schalls, der Stimme oder dem Instrument, aufzunehmen und fortzupflanzen, sondern auch die Klänge nach mehrmaliger Brechung und Zurückwerfung mit gleicher Treue zu überliefern und zu wiederholen, wovon man durch den Schall eines Waldhorns in Gebürgen leicht überzeugt werden kann.

Von der schwingenden Bewegung, welche den Schall hervorbringt, kann man sich durch einen leichten und gewöhnlichen Versuch überzeugen. Man nehme eine Feuerzange, und binde oben ein Strumpfband so an, daß beide Enden des Bandes frei bleiben. Diese Enden wickle man um den Zeigefinger jeder Hand, und stopfe mit diesen Fingern die Ohren feste zu. Jetzt schlage man mit

der Zange gegen irgend eine harte Substanz, so wird man einen so tiefen Ton hören, als kaum von der größten und tiefsten Glocke hervorgebracht werden kann.

Hier ist ein Trinkglas, das beinahe ganz mit Wasser angefüllt worden, und sehr sanft klingt. Reibt man den Rand desselben mit der Spitze des Fingers sehr sanft und gleichförmig, so entstehen auf der Oberfläche des Wassers äußerst feine Wellen von den Schwingungen der Luft. Diese wellenförmige Bewegung ist kein Fortgehen der Luft, sondern entstehet von einer schwingenden Bewegung der Lufttheilchen an ihren Stellen, oder mit andern Worten, die ganze Wirkung besteht in einer abwechselnden Zusammendrückung und Wiederausbreitung der Luft an verschiednen Stellen. Daher verursachen sie keinen Wind, und die Flamme eines Lichts wird gar nicht bewegt, wenn man sie neben einem klingenden auch noch so großen Körper setzt. Daß indessen die Bewegung des Windes einen Schall hervorbringen kann, haben Sie ohne Zweifel an der Aeolus-Harfe bemerkt.

Zur Aufklärung dieses Gegenstandes war bis zu Newtons Zeiten wenig geschehen. Newton aber brachte die Theorie solcher wellenförmigen Bewegungen in elastischen flüssigen Mitteln zuerst auf bestimmte Grundsätze, und entwickelte die Gesetze, nach denen die Schläge der Luft fortgepflanzt werden. Er bewies zuerst, daß sich die Schläge der Luft nach allen Richtungen rund um den schallenden Körper verbreiten, und die hin und her gehenden Theilchen der flüssigen Materie hierbei nach den Gesetzen der Schwungbewegung des Pendels beschleunigt und retardirt werden, und daß daher die Anzahl der Schläge beim Schalle mit der Anzahl der Schwingungen des schallenden Körpers einerlei sey. Auf diese Entdekkungen gründet sich alles, was wir über den Schall sagen können.

Ehe wir weiter gehen, wird es erforderlich seyn, Sie mit einigen Eigenschaften des Pendels bekannt zu machen, wovon ich in einer der folgenden Vorlesungen umständlich handeln werde.

Wenn zwei Pendel schwingen, die genau von einerlei Länge sind, so geschehen ihre Schwungbewegungen auch in gleichen Zeiträumen: wenn sie zugleich anfangen gleiche Bögen zu beschreiben, so werden sie ihre Bewegungen gleichförmig mit einander fortsetzen, bis sie endlich wieder in Ruhe kommen; und sind die Bögen klein, so werden auch alle Vibrationen eines jeden, wenn sie mit einander verglichen werden, isochronisch seyn. Allein ist eins dieser Pendel zweimal so lang als das andre, so werden die Vibrationen des längern Pendulum zweimal so langsam geschehen, als diejenigen des kürzern; oder mit andern Worten, die Zeiten ihrer Vibrationen werden seyn wie die Quadratwurzeln ihrer Längen.

Ein Pendulum wird an einem festen Punkte aufgehangen, eine musikalische Saite hingegen wird zwischen zwei Punkten ausgespannt, und kann mit einem doppelten in einem sehr kleinen Bogen schwingenden Pendulum in Ansehung ihrer Schwingungen verglichen werden; daher werden Saiten von verschiedener Länge in ihren Bewegungen nach Art der Pendeln übereinstimmen. Es ist folglich, da eine musikalische Saite zwei Pendeln, und nicht nur einem gleich ist, nicht nothwendig, die Länge zu vervierfachen, um die Zeit eines Schwunges zweimal so groß zu machen, sondern es wird hinreichend seyn, sie bloß zu verdoppeln. Da ferner ein Pendulum zu derselben Höhe, von welcher es auf der einen Seite fällt, auf der andern steigt, so wird auch die elastische musikalische Saite fortfahren, eine Zeit lang von einer Seite zur andern zu vibriren, und jede ihrer kleinen Schwingungen

wird wie die Schwünge eines Pendels in einander genau gleichen Zeiten geschehen.

So erlangen wir vermöge der Analogie zwischen einem Pend:l und einer musikalischen Saite einen vollständigen Begriff von einem Gegenstande, der vor Entdeckung dieser Analogie nicht verstanden noch erkläret werden konnte. Hieraus läßt sich erklären, warum jeder musikalische Ton dieselbe Höhe vom Anfange bis zu Ende, so lange als er vom Ohre vernommen werden kann, behält; und warum seine Höhe unverändert bleibt, er sey stark oder schwach. Alles dieses geschiehet darum, weil die Vibrationen des nämlichen Pendels, sie mögen lang oder kurz seyn, gegen einander verglichen, alle innerhalb gleichen Zeiträumen beschrieben werden, bis das Pendel in Ruhe ist, indem die Differenz des Raumes, durch welchen es sich bewegt, die langsamere Bewegung, so wie es aufhört, ersetzt.

Um diesen Gegenstand noch mehr zu erläutern, wollen wir ein Stück Darmsaite über diese zwei Stifte spannen: ich will sie jetzt in der Mitte anfassen, sie aufwärts ziehen, und dann wieder fahren lassen, wo Sie bemerken werden, daß die Saite sich anfangs wieder gerade macht, oder in ihre erste Lage zurückgeht, hierauf aber wieder eben so weit auf die entgegengesetzte Seite ausweicht. Die Saite erlangte also, als sie nach der einen Seite hingebogen wurde, hinreichende Stärke, sich eben so weit auf die andere zu biegen, und diese Bewegung vor- und rückwärts so lange fortzusetzen, bis der Widerstand der Luft und die Anreibung die Geschwindigkeit aufhebt, welche die Saite durch die Kraft der Elastizität erlangt. Es ist einleuchtend, daß wenn man die Saite von dem Finger abfallen läßt, welches auch ihre Bewegung seyn mag, dieß ebenfalls die Bewegung der Lufttheilchen seyn werde,

welche vor ihr fliehen, denn die Luft wird vorwärts getrieben, und hierdurch verdichtet. Wenn sich nun diese verdichtete Luft ausdehnt, so wird sie sich nicht bloß gegen die Saite zu ausdehnen, sondern da ihre Elastizität nach allen Richtungen wirkt, so wird sie sich auch vorwärts ausdehnen, und die Luft, die ihr hier zunächst liegt, verdichten: diese zuletzt verdichtete Luft wierd wieder vermöge ihrer Ausdehnung die nämliche Wirkung auf die Luft äußern, welche noch weiter vorwärts liegt, u. s. f. So wird also die durch die Schwingungen des elastischen Körpers in der Luft hervorgebrachte, und stetig fortgehende Bewegung endlich bis zum Ohre selbst geleitet. Die anstoßenden Theile der Luft vibriren, indem sie wechselsweise vor- und rückwärts gehen, auf die nämliche Art, als die Theile des schallenden Körpers; und da die erstern Theile in ihrem Fortgange verdichtet, und im Zurücktreten erschlafft oder verdünnt wurden, so werden auch die übrigen Theile, so oft als sie vorwärts gehen, verdichtet, und so oft sie rückwärts gehen, erschlafft werden: sie werden daher nicht alle mit einander zugleich vor- und rückwärts gehen, denn alsdann würden ihre gegenseitigen Entfernungen allzeit dieselben seyn, und sie könnten folglich nicht wechselsweise verdünnt und verdichtet werden; da sie nun aber einander begegnen, wenn sie verdichtet werden, und sich von einander entfernen, wenn sie verdünnt werden, so muß nothwendig durch das stete Wechseln vom ersten bis zum letzten ein Theil derselben vorwärts gehen, indeß der andere rückwärts geht.

Da diese Verdichtungen der Luft das sind, was auf das Ohr, oder auf irgend ein Hinderniß, was ihnen in Weg kommt, wirkt oder schlägt, so heißen sie Pulse oder Schläge; ein Schall, der durch die Luft geführt wird, besteht aus solchen Schlägen. Von der Natur und den Eigenschaften dieser Schläge will ich Ihnen das nöthige

vortragen, in Rücksicht des reinen mathematischen Beweises aber muß ich Sie auf solche Schriftsteller verweisen, welche ganz eigentlich über diesen Gegenstand geschrieben haben.

Zuvörderst muß ich hier bemerken, daß diese Schläge in einigen Fällen ohne jene Vibrationen eines schallenden Körpers erzeugt werden. In solchen Fällen haben wir denn zu untersuchen, von welcher Ursache sonst jene Verdichtungen oder Schläge erzeugt werden können, wenn sie nicht von Vibrationen in demjenigen herrühren, was als der schallende Körper angesehen werden muß. Wir haben zwei Beispiele dieser Art, nämlich bei Blaseinstrumenten, als Flöten, Orgelpfeifen, und beim Abfeuern einer Kanone. Bei der Orgelpfeife oder Flöte schlägt die Luft, welche durch das Rohr getrieben wird, auf ihrem Durchgange gegen den Rand der Lippen, und wird, indem sie sich hier anhäuft, zugleich verdichtet; von dieser Verdichtung nun werden die Schläge fortgepflanzt. Wenn eine Kanone abgefeuert wird, so dehnt das Pulver, so wie es Feuer fängt, die Luft rund um diese Stelle plötzlich aus, und verdichtet folglich diejenige Luft, welche den Raum umgiebt, wo die Ausdehnung geschieht; denn so viel Luft aus demjenigen Raum getrieben wird, wo die Ausdehnung erfolgt, so viel wird mit Gewalt in den rund herum liegenden Raum getrieben werden. Diese Verdichtung ist der erste Schlag, und da diese Luft sich vermöge ihrer Elastizität wieder ausdehnt, so werden durch sie Schläge von derselben Art erzeugt, und sofort immer weiter vorwärts fortgepflanzt.

Die Theile aller schallenden Körper vibriren nach den Gesetzen eines zykloidalischen Pendulum; da also die Vibrationen des schallenden Körpers einander in gleichen Zeiträumen folgen, so werden die Schläge, welche durch

jene verschiedenen Vibrationen erzeugt werden, auch auf einander in den nämlichen gleichen Zeiträumen folgen.

Schallende Körper pflanzen ihre Bewegungen nach allen Seiten gerade vorwärts durch auf einander folgende Verdichtungen und Verdünnungen, und durch successives vor- und rückwärts Gehen der Theilchen fort, so daß der Schall nach allen Richtungen rück- und vorwärts, auf- und unterwärts, und nach allen Seiten fortgetrieben wird; die Schläge selbst folgen auf einander, aber immer einer außerhalb dem andern, so wie Kreise in gestörtem Wasser, oder vielmehr in konzentrischen Schalen, Schale über Schale, wie wir an den Häuten einer Zwiebel sehen.

Die Schläge sind diejenigen Theile der Luft, welche rück- und vorwärts vibriren, und die, indem sie vorwärts gehen, auf Hindernisse stoßen. Die Breite eines Schlages ist der geradlinige Raum, durch welchen die Bewegung der Luft während einer Vibration des schallenden Körpers fortgepflanzt wird.

Alle Schläge haben eine gleich geschwinde Bewegung, und die Erfahrung hat dieß bestätiget. Nach diesen Versuchen nämlich hat man gefunden, daß die Schläge in einer Sekunde 1070 Pariser Fuß, oder 1142 Londner Fuß beschreiben, der Schall mag stark oder schwach, tief oder hoch seyn.

Ein **Klang** heißt es, wenn die Schwingungen, die der Schall den Lufttheilchen eindrückt, die Empfindung eines einzigen oder auch mehrerer, aber doch deutlich gehörter Töne erregen. **Ton** heißt er, wenn die Schwingungen des schallenden Körpers in lauter gleichen Zeiträumen auf einander folgen. Die Klänge unterscheiden sich von einander sowohl in Rücksicht ihres Tons, als auch in

Rücksicht ihrer Intensität oder Stärke: in Rücksicht ihres Tons unterscheidet man sie nach Tiefe und Höhe, in Rücksicht der Stärke aber, in helle oder starke und leise oder schwache. Der Ton eines Schalls hängt von der Zeit ab, als der Eindruck dauert, und wird in nichts durch die Entfernung des Ohrs von dem schallenden Körper verändert. Die Stärke oder Intensität eines Schalls hingegen hängt von der Kraft ab, womit die Theilchen der Luft, so wie sie verdichtet wurden, an das Ohr schlagen, und diese Kraft ist nach den verschiedenen Abständen verschieden, so daß ein Klang, welcher sehr hell ist, wenn wir dem schallenden Körper nahe sind, schwächer seyn wird, wenn wir weiter davon entfernt sind; mithin kann es einen so großen Abstand geben, daß er gar nicht mehr gehört wird. Die Mathematiker haben gezeigt, **daß die Stärke des Schalls in verschiedenen Entfernungen von dem schallenden Körper umgekehrt sei, wie das Quadrat der Entfernungen.**

Der Schall bewegt sich in allen Entfernungen von dem schallenden Körper mit einerlei Geschwindigkeit. Der Schall einer Kanone oder Glocke bewegt sich ohngefähr 1142 Fuß innerhalb einer Sekunde in allen Entfernungen von der Kanone oder Glocke. Bewegt er sich nun nach dieser Schätzung in der ersten Meile, so wird er sich auch eben so geschwind in der zweiten Meile bewegen: so daß eine Person, welche eine Meile von der Kanone entfernt ist, wenn sie abgefeuert wird, ihn genau um so viel früher hören wird, als eine andre, welche zwei Meilen davon entfernt ist. Die Geschwindigkeit des Schalls nimmt nicht ab, so wie er sich vorwärts bewegt, sondern bleibt vom Anfange bis zum Ende gleich, denn die Geschwindigkeit des Schalls erleidet keine Abänderung, weil jeder Schlag in

gleichen Zeiträumen erfolgt, und obschon die Geschwindigkeit, womit die Partikelchen vibriren, abnimmt, so wie der Schall sich verbreitet, und folglich endlich ganz aufhört, so bleibt doch die Geschwindigkeit, womit der Schall selbst fortgepflanzt wird, einerlei bis zum Ende; oder die Geschwindigkeit, mit welcher er sich bewegt, wenn er aufhört, ist die nämliche, mit welcher er sich zu bewegen anfieng.

Der Schall, er mag nun hoch oder tief seyn, beweget sich mit einerlei Geschwindigkeit. Dieß ist von selbst einleuchtend; denn ein Glockengeläute wird in der nämlichen Ordnung gehört, in welcher die Glocken geläutet werden, wir mögen nun nahe oder weit davon entfernt seyn.

Der schwächere und stärkere Schall werden mit gleicher Geschwindigkeit fortgepflanzt. Ein schwacher Klang kann freilich nicht so weit gehört werden, als ein starker, indessen werden aber doch Klänge, sie mögen schwach oder stark seyn, in gleichen Zeiträumen zu irgend einer gleichen Entfernung fortgepflanzt, in welcher jeder derselben gehört werden kann. Der Schall einer Kanone bewegt sich nicht geschwinder, oder durchläuft einen gegebenen Raum nicht früher, als der Klang einer elastischen Saite.

Die vornehmste Ursache der Abnahme des Schalls ist der Mangel an vollkommner Elastizität der Luft: daher entsteht es, daß jedes folgende Partikelchen nicht mehr die vollständige, ihm von dem vorhergegangenen Partikelchen mitgetheilte Bewegung hat, wie es der Fall bei gleichen und vollkommen elastischen Körpern seyn würde; folglich, je weiter die Bewegung fortgepflanzt wird, um desto mehr wird die Geschwindigkeit, mit welcher die Partikelchen sich bewegen, vermindert werden. Eben so

vermindert sich auch die Verdichtung der Luft, und je weiter der Pulsus fortgepflanzt wird, desto mehr wird die Dichtigkeit, folglich der Anschlag auf das Trommelfell des Ohres vermindert. — Man hat in Rücksicht der Abnahme des Schalls noch andre Ursachen angegeben, allein Herr Young von Dublin, in seiner Untersuchung über die Erscheinungen des Schalls, hat ihre Richtigkeit bewiesen.

Daß der Mangel an vollkommner Elastizität in der Luft eine Hauptursache der Abnahme des Schalls sei, sieht man hieraus: daß der Schall deutlicher gehört wird, wenn der Wind aus Nord, Nordost, und Ost wehet, wo insgemein die Luft trocken, und folglich elastischer ist; denn durch die Atmosphäre zerstreute Dünste, wenn sie nicht durch große Wärme verdünnt worden, schwächen die Federkraft der Luft.

Der Schall erfordert eine beträchtliche Zeit, um sich von einem Orte zum andern fortzupflanzen: wenn eine Kanone losgefeuert wird, so wird der Schall erst nach einiger Zeit gehört, nachdem man bereits den Blitz gesehen hat, denn das Licht bewegt sich weit geschwinder als der Schall, und kommt von der Sonne innerhalb acht Minuten zu uns, d. i. es pflanzt sich 72420 Meilen in einer Sekunde fort: die Geschwindigkeit des Lichts kann also als ohne Zwischenzeit betrachtet werden. Aus diesem Grunde, da der Schall eine beträchtliche Zeit braucht, um sich fortzupflanzen, zeigt uns die Pause zwischen dem Blitz und Donner der Kanone den Raum an, welchen er in einer gegebenen Zeit durchlaufen ist.

Eine Reihe merkwürdiger Versuche, die zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Personen angestellt worden sind, haben uns folgende Resultate geliefert: 1) daß die mittlere Geschwindigkeit des Schalls ohnge-

fähr eine (englische) Meile in fast 5 Sekunden, oder 1142 englische Fuß innerhalb einer Sekunde beträgt; 2) daß der schwächere und stärkere Schall einerlei Geschwindigkeit besitzen; 3) daß der Schall sich in gleichen Zeiten durch gleiche Räume bewegt, und die Geschwindigkeit zu Ende die nämliche ist wie zu Anfange; 4) daß der Schall bei Nacht oder bei Tage, bei warmer oder kalter Witterung, im Winter oder im Sommer sich gleich geschwind fortpflanzt; 5) daß es einerlei ist, ob man die Mündung der knallenden Kanone nach der einen oder der andern Seite richtet; 6) daß die Richtung des Windes, ob er nämlich mit oder gegen den Schall gehe, einen kleinen Unterschied in der Geschwindigkeit des Schalls gebe; 7) endlich, daß die Geschwindigkeit des Schalles nach Verschiedenheit der Stärke oder Schwäche des Windes etwas vermehrt oder vermindert wird, und daß, wenn der Wind nach der Richtung des Schalls oder demselben entgegengeht, man die Geschwindigkeit des Windes zu der des Schalles hinzusetzen, oder davon abziehen muß.

Von dem Sprachrohre.

Die Verstärkung des Schalls vermittelst dieses Instruments hängt von dem Zurückwerfen der Schallstrahlen von den zitternden Seiten des Rohrs ab. Diese Reflektionen wirken so, daß sie die Pulse in einer und der nämlichen Richtung fortpflanzen, wodurch die Stärke des Schalles vermehret wird. Wenn wir in freier Luft sprechen, so trifft nur ein einzelner Schlag auf das Trommelfell eines entfernten Zuhörers; wenn wir uns aber eines Rohrs bedienen, so werden alle von dem Munde fortgepflanzte Pulse, diejenigen in der Richtung der Axe allein ausgenommen, gegen die Seiten des Rohres anschlagen,

und da jeder Punkt des Anschlags ein neuer Mittelpunkt wird, von dem aus die Pulse nach allen Richtungen fortgepflanzt werden, so wird aus jedem jener Punkte ein Schlag zum Ohre gelangen. Mittelst eines Rohres wird also eine größere Menge von Pulsen bis zum Ohre fortgepflanzt, und solchemnach der Schall nothwendigerweise verstärkt. Das Beschränken der Stimme kann zwar auch etwas dazu beitragen, aber die Wirkung, die man ihm gewöhnlich zuschreibt, hat es gewiß nicht: *) denn die verdichteten Pulse, welche von der unbewaffneten Stimme hervorgebracht werden, breiten sich frei nach allen Richtungen aus. Da nun in Sprachröhren die Ausbreitung zur Seite vermindert wird, so muß die gerade Ausbreitung, folglich auch die Geschwindigkeit der Theilchen und die Stärke des Schalls vermehrt werden. Auch die Materie des Rohrs kann vielleicht zu seiner Wirkung etwas beitragen; denn je mehr sie im Stande ist, in eine zitternde Bewegung zu gerathen, desto stärker wird die Wirkung.

Wenn das Rohr auf eine nicht elastische Substanz gelegt wird, so erstickt sie den Schall, weil die vibrirende Bewegung der Theile dadurch gehindert wird. Der Schall wird verstärkt, wenn das Sprachrohr frei in der Luft gehalten wird, weil jene Bewegung unter diesen Umständen ohne Unterbrechung erfolget. Solche Röhre müssen im Durchmesser vom Mundstücke an immer größer werden, weil dann die senkrecht gegen die Oberfläche vibrirenden Theile gemeinschaftlich die Lufttheilchen vorwärts treiben, und folglich, durch Vermehrung ihrer Geschwin-

---

*) Von den Fehlern in Rücksicht der Wirkungen des Sprachrohrs s. m. Youngs Untersuchungen über die Erscheinungen des Schalls.

digkeit, die Stärke des Schalls vermehren werden. Da endlich auch die Oberfläche vergrößert wird, so wird ebenfalls die Zahl der Anschlagpunkte und der neuen Fortpflanzungen verhältnißmäßig vermehrt werden. *)

Vom Echo.

Dieser Gegenstand kann ohne mathematische Erklärungen und Beweise nicht deutlich eingesehen werden, die wir jedoch hier so viel als möglich zu übergehen gesucht haben; wir können daher gegenwärtig nur einige wenige Bemerkungen anführen, und verweisen unsere Leser in Rücksicht einer deutlichen und vollständigen Erklärung auf das so vortreffliche Werk des Herrn Young. Er zeigt, daß die gewöhnliche Voraussetzung der meisten Schriftsteller, daß nämlich der Schall das Gesetz aller übrigen Reflektionen beobachte, d. i. daß der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich sei, falsch ist; denn beim Schalle werde jeder Punkt des Anstoßes ein Mittelpunkt, von welchem aus ein neue Reihe von Schlägen unter jedem Winkel fortgepflanzt werde. Die Grundsätze, worauf die Echos beruhen, sind daher folgende: 1) daß jeder Punkt, wogegen der Puls schlägt, zum Mittelpunkte einer neuen Reihe von Pulsen wird; 2) daß der Schall gleiche Räume in gleichen Zeiten beschreibt. Wenn daher irgend ein Schall von einem Mittelpunkte fortgepflanzt wird, und seine Pulse gegen mehrere Hindernisse schlagen, so wird, wenn die Summe der von diesem

---

*) Man hat verschiedene Versuche über die zweckmäßige Einrichtung eines Sprachrohres gemacht, welche näher anzuführen aber hier zu weitläufig wäre. G.

Punkte zu jedem dieser Hindernisse und von jedem Hinder-
nisse zu einem zweiten Punkte gezogenen geraden Linien
gleich ist, der letztere ein Punkt seyn, in welchem ein Echo
gehört werden kann. So sei z. B. A Taf. IV. Fig. 11.
der Punkt, von welchem aus der Schall nach allen Rich-
tungen fortgepflanzt wird; schlagen nun die Pulse gegen
die Hindernisse C, D, E, F, G, H, I, so wird zufolge des
ersten Grundsatzes jeder dieser Punkte ein neuer Mittel-
punkt von einer Reihe von Schlägen; und daher wir
von jedem derselben eine Reihe Schläge durch den Punkt
gehen. Wenn nun die Summen der geraden Lin
$\overline{AC+CB}$, $\overline{AD+DB}$, $\overline{AE+EB}$, $\overline{AG+G}$
$\overline{AH+HB}$, $\overline{AI+IB}$ alle einander gleich sind, so f
daß die Schläge, die von A bis zu diesen Punkten
gepflanzt werden, und wieder von diesen Punkten
alle in dem nämlichen Augenblicke zufolge des z
Grundsatzes in B anlangen werden; wenn daher de
rer in diesem Punkte steht, so wird sein Ohr in dem
lichen Augenblicke von allen diesen Schlägen getroffe
den. Nun weiß man aus Erfahrung, daß da r
eines geübten Musikers nur solche Töne unters n
kann, deren ohngefähr neune oder zehne in einer S e
auf einander folgen, zum deutlichen Vernehmen ei
raden und reflektirten Schalls müßte daher eine
von einem Neuntel einer Sekunde Statt finden; w
dieser Zeit aber beschreibt der Schall $\frac{1142}{9}$ oder be
127 englische Fuß; wenn also die Summe der L
die von jedem der Hindernisse zu den Punkten A u
gezogen werden, nicht das Zeitintervall AB und 127
übersteigt, so kann kein Echo bei B gehört werden.
die verschiedenen Summen der von den Hindernissen
zu den Punkten A und B gezogenen Linien von ein
Größe sind, so sieht man, daß die Kurve, welche durc
Punkte C, D, E, F, G, H, I u. s. f. geht, eine El
seyn muß: daher müssen alle Punkte der Hinder

welche ein Echo erzeugen, in der Oberfläche der länglichen Sphäroide liegen, welche vermöge Umdrehung dieser Ellipse um ihre größere Axe erzeugt wird. Da es verschiedene solcher Sphäroiden von verschiedener Größe geben kann, so folgt, daß derselbe Schall mehrere Male wiederholet werden kann. So kann es sich auch zutragen, daß eine größere Anzahl von reflektirenden Punkten auf der Oberfläche einer äußern Sphäroide ist, als auf derjenigen einer innern, in welchem Fall ein zweites oder drittes Echo ungleich stärker seyn wird als das erste, vorausgesetzt, daß die größere Anzahl der reflektirenden Punkte, d. i. die größere Menge der reflektirten und bis zum Ohre fortgepflanzten Schläge mehr als hinreichend ist, die Abnahme des Schalls zu ersetzen, welche Statt findet, wenn er durch einen größern Raum fortgepflanzt wird. Dieß wird vortrefflich durch die berühmten Echos am See von Killarney in Kerry erläutert, wo das erste Zurückkehren des Schalls an Stärke ungleich geringer ist, als diejenigen, welche unmittelbar darauf folgen.

Es ist eben nicht schlechterdings erforderlich, daß die reflektirende Punkte C, D, E, F u. s. f. die ein Echo erzeugen, genau innerhalb der Peripherie einer Ellipse liegen müssen; denn wenn die Summen der geraden Linien $\overline{AC}+\overline{CB}$, $\overline{AD}+\overline{DB}$ u. s. f. von einander nicht mehr als um 127 Fuß unterschieden sind, so werden die Schläge, welche von diesen Punkten fortgepflanzt werden, nicht vernehmlich seyn. Indessen, je mehr diese Summen sich der Gleichheit nähern, desto genauer wird das Zusammentreffen der Schläge seyn, und folglich das Echo um desto deutlicher werden.

Nach dem, was bisher gesagt worden ist, sieht man, daß das stärkste Echo gehört wird, wenn sich der schallende Körper in dem einen Brennpunkte der Ellipse, wel-

cher ein Abschnitt der wiederhallenden Sphäroide ist, und der Zuhörer in dem andern befindet: indessen kann aber auch ein Echo in andern Lagen gehört werden, obschon freilich nicht so vortheilhaft, da eine solche Menge reflektirter Schläge zur nämlichen Zeit zum Ohre gelangen kann, als hinreichend ist, eine deutliche Empfindung zu erregen. So hört z. B. öfters jemand das Echo seiner eigenen Stimme; allein in diesem Falle muß er nach dem, was vorher gesagt worden ist, wenigstens 63 bis 64 Fuß von dem reflektirenden Gegenstande entfernt seyn.

Im gewöhnlichen Reden sprechen wir nicht über drei und eine halbe Silbe innerhalb einer Sekunde aus. Soll nun das Echo, sobald als drei Silben ausgesprochen worden, erschallen, so muß der doppelte Abstand des Redners von dem reflektirenden Gegenstande 1000 (englische) Fuß gleich seyn; denn da der Schall 1142 Fuß innerhalb einer Secunde beschreibt, so werden sechs Siebentheile dieses Raums, d. i. beinahe 1000 Fuß beschrieben werden, indeß sechs halbe oder drei ganze Silben ausgesprochen werden, d. i. der Redner muß beinahe 500 Fuß von dem Hindernisse entfernt seyn: überhaupt muß die Entfernung des Redners von der wiederhallenden Oberfläche für irgend eine Menge von Silben dem siebenten Theile des Produkts von 1142 Fuß, multiplizirt durch jene Zahl gleich seyn.

In Kirchen hören wir niemals ein deutliches Echo der Stimme, sondern bloß einen dumpfen Schall, wenn der Redner seine Worte geschwind herausstößt, weil der größte Unterschied der Entfernung zwischen dem Hin- und Hergange einer solchen Anzahl Schläge, als einen deutlichen Laut erzeugen würde, in keiner Kirche 127 Fuß, als der Gränze des Echo, gleich ist.

Indessen, ob nun auch schon die ersten reflektirten Schläge kein Echo erzeugen können, weil ihre Menge entweder zu geringe ist, oder weil sie zu geschwind wieder zum Ohre gelangen, so ist doch offenbar, daß die reflektirende Oberfläche eine solche Gestalt haben kann, daß die Schläge, welche zum Ohre nach zwei oder mehr Reflektionen gelangen, nachdem sie 127 Fuß oder mehr beschrieben haben, in hinreichender Menge, und fast in dem nämlichen Augenblicke zum Ohre gelangen können, um ein Echo zu erzeugen, obschon der Abstand der reflektirenden Oberfläche von dem Ohr geringer ist, als die Gränzen für das Echo. Dieß wird durch ein besondres Echo in einer Grotte an den Ufern des kleinen Bachs Dinan, ohngefähr zwei Meilen von Castlecomer in der Grafschaft Kilkenny bestätiget. So wie man in die Höhle tritt, und laut fort spricht, bemerkt man kein Zurückkehren der Stimme; allein kömmt man zu einem gewissen Punkte, welcher nicht über 14 oder 15 Fuß von der reflektirenden Oberfläche entfernt ist, so hört man ein sehr deutliches Echo. Nun kann dieses Echo keinesweges von dem ersten Gange der bis zum Ohre reflektirten Schläge herrühren, weil die Breite der Höhle so geringe ist, daß sie zu geschwind zurückgeworfen würden, um genau und deutlich den ursprünglichen Schall hören zu können: es wird daher durch jene Schläge erzeugt, welche, nachdem sie verschiedene Male von einer Seite der Grotte zur andern reflektirt worden sind, und nun einen größern Raum als 127 Fuß durchlaufen haben, in beträchtlicher Menge, und nur durch ein Zeitintervall von einem Neuntel einer Sekunde von einander entfernt, zum Ohre gelangen.

Die folgenden Bemerkungen über die Erscheinungen des Schalls, und die Vibration der Saiten, welche mir von einem sehr scharfsinnigen Physiker mitgetheilt worden sind, werden Ihrer ganzen Aufmerksamkeit werth seyn.

Die Erscheinungen des Schalls, und die Vibration der Saiten haben durch die wohlgewählten Versuche, und durch die genauen Berechnungen verschiedener sinnreicher Mathematiker viele Erläuterung erhalten; allein auf die Art, nach welcher eine Vibration bewirkt, in schallenden Körpern fortgesetzt, und durch elastische Mittel fortgepflanzt wird, scheint keine besondere Rücksicht genommen worden zu seyn.

„Um zu zeigen, daß der Schall keineswegrs durch Wellen fortgepflanzt werde, wie wir etwa im Wasser sehen, wenn ein Stein hinein geworfen wird, will ich zuerst die Unzulänglichkeit der Hypothese beweisen, und nachher die Art zeigen, wie ich glaube, daß der Schall durch das Medium fortgepflanzt werde, und welche Art von Bewegung die Saiten annehmen, wenn sie vibriren.

„Es ist aus Versuchen bekannt, daß der Schall von einem Mittelpunkte sphärisch mit gleicher Geschwindigkeit fortgehe, die Vibration des schallenden Körpers sei tief oder hoch, stark oder schwach. Es ist bekannt, daß Wasser, welches als eine nicht zu comprimirende Flüssigkeit angesehen werden kann, nicht sphärisch von einem Mittelpunkt in wellenförmige Bewegung gesetzt werden kann, da in diesem Fall die ganze Masse vermöge der Beschaffenheit, daß es nicht zusammengedrückt werden kann, bewegt werden müßte; (und doch pflanzt sich der Schall durch Wasser fort.) Wenn nun aber behauptet wird, daß zwar eine nicht zusammen zu drückende Flüssigkeit von einem Mittelpunkte sphärisch nicht wellenartig bewegt werden könne, daß aber eine elastische Flüssigkeit in solche Bewegung gesetzt werden könne; so erwidre ich dagegen, daß die Erscheinungen beweisen, daß der Schall durch keine solche wellenartige Bewegungen fortgepflanzt werde, obschon das Medium derselben empfänglich seyn kann.

„Es stelle A (Taf. IV. Fig. 5.) einen schallenden Körper vor, welcher die gleichen und auf einander folgenden Wellen b, c, d u. s. f. von einem Mittelpunkte sphärisch erzeuge, und man sieht sogleich, daß sie ins Unendliche fortfahren würden, da gleiche Ursachen gleiche Wirkungen erzeugen, denn die Welle n ist der Welle b gleich, und das Medium bleibt das nämliche; folglich sollte der Schall niemals abnehmen, da eine gleiche Welle des nämlichen Medium das Ohr bei d oder bei m treffen, und einen gleichen Schall erzeugen muß, welches gleichwohl der Erfahrung entgegen ist. Wollte man aber annehmen, A erzeuge Wellen, welche im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung abnehmen, in welchem Fall auch die Geschwindigkeit des Schalls in eben diesem Verhältnisse abnehmen würde, so widerspricht diesem gleichfalls die Erfahrung, denn der Schall bleibt immer gleichförmig.

„Es ist daher offenbar, daß die Erscheinungen in beiden Fällen mit der Hypothese nicht übereintreffen, die daher also auch nicht richtig seyn kann.

„Wir wollen nun sehen, auf welche Art der Schall durch Mittelkörper, welche zu einer solchen Fortpflanzung geschickt sind, fortgepflanzt werde.

„Der Schall geht stufenweise durch die Luft mit gleicher Geschwindigkeit fort, und nimmt, wenn das Medium von gleicher Dichtigkeit ist, in dem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung von dem schallenden Körper an Stärke ab. Nun ist bewiesen, daß Wellen in der Luft jene Erscheinungen nicht hervorbringen können, da sie nothwendigerweise gleiche Kraft mit gleicher Geschwindigkeit, oder ungleiche Geschwindigkeit mit ungleicher Kraft erzeugen müssen: da ferner Bewegung oder Kraft

von einem Körper zum andern nur entweder vermittelst gerader Bewegung oder Veränderung des Orts, oder durch Rotations-Bewegung ohne Veränderung des Orts fortgepflanzt werden kann; und da gerade Bewegung unzureichend ist, den Fall zu erklären, so bleibt nichts übrig, als zu untersuchen, ob die Umdrehungsbewegung der Partikelchen besser mit den bekannten Erscheinungen übereinstimmet.

„Ehe wir weiter fortfahren, wird es erforderlich seyn, noch einiges über die Bewegung der Vibration in der Saite, oder dem schallenden Körper zu sagen. Es sei A B Taf. IV. Fig. 6. eine musikalische Saite; auf diese Saite stecke man ein Stück Papier, Taf. IV. Fig. 7. Läßt man sie nun vibriren: so wird sich das Stück Papier in der Richtung rund herum drehen, in welcher die Saite angeschlagen wurde, bis die Vibration aufhört. Nun ist offenbar, daß wenn die Saite oscillirte oder Schwingungen hin und her machte, das Papier sich nicht rund herumdrehen, sondern daß es sich bloß von Seite zu Seite zugleich mit der Saite bewegen würde; und wenn die Saite sich um den Mittelpunkt bewegte, so wie etwa eine Schnure, die an einem Ende gehalten und in der Hand herumgedrehet wird, würde sie, wie diese, eine rückgängige Bewegung machen u. s. f. Allein die Saite bewegt sich bloß nach einer Richtung, und diese Richtung ist spiralförmig, Taf. IV. Fig. 8. weil keine andre jene Wirkung erzeugen kann. Da nun die Kraft mittelst eines feinen Medium zurückgeht, und die Vibration nach Verhältniß der Dichtigkeit des Medium, worin die Vibration geschieht, abnimmt, indem natürlicherweise mehr oder weniger Kraft, je nach der Menge der Theilchen, die in einer gegebnen Zeit berührt werden, mitgetheilt wird, und da die Saite sich in einer Spirale dreht, und nicht wieder zurückgeht, so sieht man, daß die Kraft bloß durch ein

feines Medium unterhalten werden könne. Da nun die umdrehende Saite, Taf. IV. Fig. 9. wenn sie sich in a befindet, den Lufttheil o schlägt, und den Kreis a, b macht, ehe sie wieder daran schlägt, so ist diese Zeit das Maß der Vibration. Jeder angeschlagene Lufttheil wird also nothwendig rund um seine Axe mit einer Geschwindigkeit gedreht, die dem Schlage verhältnißmäßig ist: a dreht b, b dreht c u. s. f.; allein, da die Menge der Theilchen in dem Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wächst, und die Kraft zwischen den Theilchen gleich vertheilt wird, so nimmt ihre umdrehende Geschwindigkeit in diesem Verhältnisse ab, und folglich auch ihr Anschlag oder die Kraft, den Schall zu erzeugen. Ihre fortschreitende Geschwindigkeit von A nach d (Taf. IV. Fig. 10.) bleibt indessen unvermindert: denn obschon b eine viermal größere Geschwindigkeit als c besitzt, und eine neunmal größere als d, so brauchen doch b, c und d gleichen Zeitraum, um ihre ungleichen Kräfte den anstoßenden Theilchen mitzutheilen. Auch wird man, wenn man die Natur des Mittheilens der Kraft oder der Bewegung von einem Körper zum andern untersuchet, immer finden, daß feste Körper jederzeit vibriren, und Flüssigkeiten eine Rotationsbewegung haben: denn nehmen wir eine nicht zusammenzudrückende Flüssigkeit an, deren Theilchen unter einander in Berührung stehen, so ist offenbar, daß ein Fluidum Kraft oder Bewegung von einem Körper zum andern nur durch die ganze Bewegung der dazwischen liegenden Flüssigkeit, oder durch die Umdrehung ihrer Theile fortpflanzen oder mittheilen kann: allein, da wir keinen Begriff davon haben, wie Bewegung außer durch Bewegung mitgetheilt werden könne, so scheint es schwer zu begreifen, wie a auf b und c Kraft übertragen könne, ohne selbst zuerst bewegt zu werden; und nach dieser Voraussetzung kann a bloß eine Rotationsbewegung mit dem ganzen a c haben. Weil indessen sich nicht erweisen läßt,

daß es ein unzusammendrückbares Fluidum giebt, so können wir bloß, da jede andre Hypothese nicht Genüge leistet, beweisen, daß eine elastische Flüssigkeit, deren Theilchen als getrennt angenommen werden können, die Kraft mit oder ohne Zwischenkunft eines feinen Medium durch Rotationsbewegung ihrer Theilchen fortpflanze.

„Es haben sich verschiedene schwankende und unsichre Ausdrücke in die Lehre vom Schalle eingeschlichen, z. B. daß der Schall durch Vibrationen in der Luft fortgepflanzt werde: nun vibrirt aber die Luft nicht, denn unter Vibration versteht man ein Vor- und Zurückgehen in einer gegebenen Zeit, und Vibration gehört allein dem schallenden Körper zu; die Luft hingegen pflanzt den Schall stufenweise mit gleichförmiger Geschwindigkeit fort, ohne wieder zurück zu gehen; also a b c o o o o o o o. a bewegt b, b bewegt c u. s. f., allein c bewegt nicht b, noch b, a; a bleibt in Ruhe bis der schallende Körper seine rückgängige Schwingung macht, und ihm eine neue Rotationsbewegung mittheilt; denn wäre es bloß eine fortstoßende Bewegung, so würde eine Welle entstehen; und da die Wellen nothwendigerweise abnehmen würden, so würde auch die Geschwindigkeit abnehmen; und nähmen die Wellen nicht ab, so würde es auch der Schall nicht, da eine ähnliche Welle der nämlichen Luft einerlei Stoß geben, und den nämlichen Schall erzeugen würde; nun aber nimmt die Geschwindigkeit des Schalls nicht ab, wohl aber die Stärke des Schalls: der Schall kann daher nicht durch Stoß allein fortgepflanzt werden; und da wir uns die Mittheilung von Kraft nur entweder durch Stoß oder durch Rotationsbewegung denken können, so muß die Rotationsbewegung die Art seyn, wie die Luft den Schall fortpflanzt.

„Daß die Schwingungen einer Saite in spiralförmiger Bewegung geschehen, wird daraus einleuchtender

werden, wenn wir überlegen, daß die Kraft zugleich eine fortgehende und umdrehende Bewegung hat: so stelle z. B. A B (Taf. IV. Fig. 6.) die Saite einer Harfe vor; man schlage an B, so geht die Kraft von B nach A, und dreht, so wie sie sich längshin bewegt, zu gleicher Zeit die Saite um. Keine andre, als eine spiralförmige Bewegung kann zu gleicher Zeit ein Fortgehen und Umdrehen erzeugen; und da die Kraft eine Zeit lang in der Saite fortdauert, ohne von A nach B längs der Saite zurückzukehren, so muß man nothwendig zur Fortpflanzung der Kraft von A nach B eine feine Flüssigkeit annehmen."

Von musikalischen Tönen.

„Es giebt wohl wenige, die die Reize der Musik nicht gefühlt, und erfahren haben sollten, daß ihr Ausdruck dem Herze verständlich ist. Sie ist eine Sprache angenehmer Empfindungen, beredter als Worte, und verräth dem Ohre die geheimsten Gefühle; allein wie sie gelernt wurde, woher sie rührt, wissen wir so wenig, als was einige ihrer rührendsten Töne sagen wollen.

„Wir fühlen deutlich, daß Musik rührt, und auf die sanfteste Art angenehme und erhabne Empfindungen erregt; daß sie uns in Melancholie wirft und zur Freude erhebet; daß sie besänftiget und anfachet, daß sie uns bald zur Zärtlichkeit schmelzet, bald zum Zorn aufreget. Allein ihre Wirkung ist so fein und sanft, daß sie Vergnügen erweckt, selbst wenn sie Wunden schlägt. Da die Leidenschaften einzeler Personen mehr oder weniger leicht in Bewegung gesetzt werden können, so wird folglich auch ihr Geschmack an Harmonie verhältnißmäßig verschieden

seyn. Die Musik ist eine Sprache zu den Leidenschaften; allein unter ihrem Einflusse ziehen selbst die rohesten Leidenschaften eine ganz andere Natur an, und werden sogar angenehm. Sie erweckt Leidenschaften, die uns im gemeinen Leben ganz fremd sind. Die erhabensten Empfindungen der Musik entspringen aus einem undeutlichen Begriffe von idealischer Schönheit und geistiger Entzückung, welche zwar hinreichend empfindbar, um die Einbildungskraft zu entflammen, aber nicht deutlich genug, um ein Gegenstand der Erkenntniß zu werden. Der edelste Reitz der Musik, obschon wahr und empfindungsvoll, scheint doch immer zu undeutlich und flüchtig zu seyn, um in einen deutlichen Begriff gesammelt zu werden. Die Harmonie, die ihres Eindrucks auf die große Menge nie verfehlt, wird doch fast immer von den Musikern selbst mißverstanden, welche mehrentheils bloß Sklaven des Geschmacks der Mode sind, und, nachdem sie viele Zeit und Mühe auf den praktischen Theil verwendet haben, bloß auf die Geschicklichkeit ihrer Hände eine Wichtigkeit legen, die sie doch nicht wirklich haben, indem sie nur dazu dienen, um jene Sammlungen von Tönen hervorzubringen, die die Leidenschaften in Bewegung setzen."

Wahre Musik besteht in Anstimmung und Modulation der Töne und Ausdrücke der Natur, um entsprechende Empfindungen und Gefühle in uns zu erwecken. Harmonie und Geist sind mit einander verwandt; jedes Wesen, dem eins von beiden zu Theil geworden, besitzt beide: daher sind musikalische Töne, so wie sie die menschliche Stimme, oder irgend ein musikalisches Instrument, das menschliche Geschicklichkeit erfunden hat, hervorbringt, göttlichen Ursprungs, und ihre Kraft wird nur von dem empfunden, was denselben Ursprung hat. Der Schall oder der Ton ist bloß die untergeordnete Materie der Musik, und die Harmonie ist es, die dieser Materie die For-

men giebt und Töne musikalisch macht; allein Verhältniß, Harmonie, Regelmäßigkeit und Ordnung sind Begriffe des in uns befindlichen wahrnehmenden Princips; nur von diesem erhalten sie ihre Schönheit, ihm nur verdanken sie ihre Wirklichkeit.

Die Theorie der musikalischen Töne ist zu verwickelt, als daß sie einen Theil des Plans meiner gegenwärtigen Unterweisungen ausmachen könnte; ich werde mich daher bloß begnügen, Ihnen einige Bemerkungen vorzutragen, um Ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, der der nähern Untersuchung so würdig ist, anzufachen.

Alle Bewegung geschieht in Zeit und nach Maaß, und da musikalische Töne von Bewegung herkommen, so müssen sie gemessen werden können. Werden sie nun durch Zahlen gemessen, so werden sich zwischen diesen Zahlen eine Menge verschiedener Verhältnisse finden, deren einige in Vergleichung mit andern rational, andre irrational seyn werden. Diese bezeichnen dann die Uebereinstimmungen und Nichtübereinstimmungen der Töne unter einander, oder die sogenannten Konsonanzen oder Dissonanzen.

Zwei Saiten von gleicher Länge, Spannung und Dicke, wenn sie mit einander ihre Vibrationen vollenden, werden einerlei Ton geben, oder im Unisono stehen; eben so werden zwei Pfeifen von einerlei Länge und Durchmesser auf gleiche Art zusammenstimmen. In Rücksicht der Saite wird die Luft von dem Körper gestoßen, und der Schall erweckt; in Rücksicht der Pfeife hingegen wird der Körper von der Luft gestoßen; allein da Wirkung und Gegenwirkung gleich sind, so ist die Wirkung in beiden Fällen gleich. Würde die Pfeife vorwärts gegen die Luft so geschwind geführt, als die Luft gegen die Pfeife getrieben wird, so würde sie einen Ton geben, eben so, als

wenn die Luft sich bewegt, und die Pfeife in Ruhe bleibt.

Große Instrumente und lange Saiten geben tiefe Töne, kleine Instrumente und kurze Saiten geben hingegen hohe Töne. Orgelpfeifen geben nach Verhältniß ihrer Länge und Dimensionen, eben so wie es der Fall bei musikalischen Saiten ist, verschiedene Töne. Wenn ich eine musikalische Saite von irgend einer Länge nehme, und theile sie vermittelst des Steges in der Mitte in zwei gleiche Theile, so macht jede Hälfte die Oktave des Grundtons, d. i. sie tönt um acht Töne höher als der Ton der ganzen Saite wäre: ihre Vibrationen verhalten sich zur ganzen Saite wie 2 zu 1; sie machen daher die nämliche Anzahl von Vibrationen in der Hälfte der Zeit, folglich fällt die Oktave mit dem Grundton bei jeder zweiten Vibration zusammen.

Hieraus sehen Sie, daß die kürzeste Saite eines Klaviers den höchsten Ton geben muß, und daß sie bis zum tiefsten Tone stufenweise an Länge wachsen. Das Intervall der Octave wird gewöhnlich in sieben Stufen getheilt, welche mit den sieben ersten Buchstaben bezeichnet werden. Jeder Clavis schlägt also einen verschiednen Ton an. Fangen wir bei A an, und schlagen stufenweise sieben Töne auf- oder unterwärts an, so werden wir in beiden Fällen wieder bis A kommen; sie sind zwar keineswegs der nämliche Ton, von dem wir anfiengen, aber sie sind doch Oktaven von jenem, deren eine die Hälfte, die andre die doppelte Zeit vibriret. Diese sieben Töne sind diejenigen eines Glockensatzes: sind ihrer achte, so ist die kleinste Glocke die Oktave zu der grösten. Um ihren Instrumenten einen weitern Umfang zu geben, haben die Musiker noch Zwischentöne eingeführt, welche unter dem Namen halbe Töne bekannt sind. Jede dieser Noten

ist um einen halben Ton höher als die vorhergehende niedere, und folglich einen halben Ton tiefer als die vorhergehende höhere. Auf dem Klaviere schlagen die gewöhnlich weißen Tasten die halben Töne an.

Von den sympathetischen Tönen.

Man bemerkt eine Sympathie, wenn musikalische Saiten gegen einander verglichen werden; und wird die nämliche Saite mit sich selbst verglichen, so sympathisiren die Theile mit dem Ganzen. Wenn eine Saite angeschlagen wird, so wird eine andre, die ihr nahe genug ist und damit zusammenstimmt, ihr antworten, so daß der Ton vom Ohre, obschon etwas undeutlich, gehört werden kann. Kann er nicht gehört werden, so lassen sich ihre sympathetischen Vibrationen dadurch entdecken, wenn man irgend einen leichten Körper auf sie legt, welcher dadurch in Bewegung gesetzt wird, so daß er selbst öfters von der Saite herabfällt: allein stimmt die nämliche Saite mit ihrem Nachbar nicht zusammen, so wird auch keine Bewegung in derselben entstehen. Diese Wirkung muß man von den wellenförmigen Bewegungen der Luft herleiten, welche, wenn sie ganz oder zum Theil damit übereinstimmen, korrespondirende Vibrationen in Saiten erwecken, welche damit übereinstimmen, keinesweges aber auf diejenigen wirken, welche eine andre Stimmung haben: so wie die Vibration einer Saite einen Schall in der Luft erzeugt, so wird der bereits erzeugte Schall, wenn er das gehörige Maß hat, Vibrationen in einer Saite erwecken.

Noch bemerkungswürdiger als der Einklang zwischen zwei verschiedenen Saiten von gleicher Stimmung ist, daß

jede einzelne Saite ihre Harmonie in sich selbst hat. Wenn eine einzele Saite angeschlagen wird, so begleiten noch gewisse Neben- und untergeordnete Vibrationen den Hauptton, so daß noch die Frage ist, ob es in der Natur einen einfachen Ton gebe.

Welchen Antheil auch der Mensch an Modifizirung desselben zu haben scheinen mag, alles, was in der Welt gefunden wird, die Sinne zu vergnügen, ist ursprünglich das Werk Gottes. Der Wein wird durch des Menschen Bemühung zubereitet, indeß wir ihn doch immer von dem Schöpfer aus der Traube erhalten. Das prismatische Glas ist das Werk der Kunst: allein die herrlichen Farben, die das Auge vermittelst desselben sieht, sind von dem, welcher sagte, es werde Licht! Der Mensch ist der Erfinder musikalischer Instrumente, allein die Principe, welche die Harmonie hervorbringen, liegen in den Elementen der Natur. Das Element der Luft wurde so geschaffen, sowohl dem Ohre harmonische Töne zuzuführen, als den Lungen das Athemholen zu verstatten; sie ist so eingerichtet, daß sie tausende von Schlägen in unveränderlichem Maße machet, und hierdurch werden die Verhältnisse und die Einklänge musikalischer Töne erhalten.

So kann nicht weniger Musik als ein Werk Gottes in der Natur des Menschen betrachtet werden, der ihn fähig machte, sowohl zu singen als zu sprechen. Das Geschenk der Sprache können wir von niemanden anders als von Gott herleiten, so wie das Geschenk zu singen eben diesen Urheber hat. Das Vermögen, wodurch die Stimme musikalische Töne hervorbringt, ist eben so wunderbar, als die Biegungen der Sprachorgane bei der Artikulation der Worte. Die Luftröhre des Menschen hat einen kleinen Durchmesser, und ist sehr kurz, wenn man sie

mit den Pfeifen einer Orgel vergleichet; gleichwohl ist sie im Stande, den nämlichen Ton mit der Pfeife einer Orgel von acht Fuß Länge zu geben. Der bewegliche Kehldeckel beim Menschen, von welchem das Rohr der Orgelpfeife eine Nachahmung ist, hat einen sehr kleinen Umfang; allein durch Zusammenziehung und Ausdehnung der Kehle macht er eine Skale von siebzehn Graden, und theilt jeden ganzen Ton in hundert Theile, welches eine Feinheit des Mechanismus voraussetzt, die über alle unsre Vorstellung geht. Ganz der Meinung der alten Physik entgegen, ist durch neuere angestellte merkwürdige Versuche eines scharfsinnigen Zergliederers der Theile und des Baues des Menschen entdeckt und bewiesen worden, daß die Luftröhre zum Theil wie eine Flöte und zum Theil wie Saiten gebaut ist, und daß die vibrirende, in verschiednen Graden aus der Lunge hervorgestoßene Luft die Töne erzeuge. Die korrespondirenden Vibrationen der kleinen Saiten sind durch Zergliederungen dem Auge sichtbar gemacht worden, und man hat gesehen, daß sie so lange fortdauern, als der Ton fortdauert, und daß der Ton stirbt, so wie die Vibrationen aufhören. Die Knorpel und Muskeln, welche auf mannichfaltige Art diese Saiten bald ausdehnen, bald verkürzen, und ihren Durchmesser vergrößern, um die Stimme theils höher, theils tiefer zu machen, sind eine Einrichtung, die alle Wunder übertrifft; besonders wenn wir die außerordentliche Feinheit und die genaue Wirkung der Maschine in Betrachtung ziehen, und erwägen, daß die mannigfaltige Ausdehnung und Zusammenziehung, worin der ganze Umfang der menschlichen, einer beinahe unzählbaren Menge von Tönen fähigen, Stimme liegt, auf zwei oder drei Linien, oder den kleinen Raum des sechsten oder vierten Theil eines Zolls beschränkt ist. Sie sehen hieraus, daß die Werke Gottes alle Nachahmung der menschlichen Kunst übertreffen, und oft sogar nicht einmal von ihr begriffen werden; eine bewundernswürdige Einrich-

richtung zur Mittheilung des gesellschaftlichen Vergnügens sowohl als der moralischen Vervollkommung.

Das nämliche läßt sich auch vom Ohre sagen: wäre es entweder mehr oder weniger empfindlich, so würden wir niemals einen Begriff von Melodie oder Harmonie erhalten haben; denn eine Saite, und ihre aliquoten Theilungen sind wie 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. f. und die Zahlen der Vibrationen innerhalb einer gegebenen Zeit sind wie die Zahlen, 1, 2, 3, 4: folglich muß diese Reihe von Tönen alle möglichen Verschiedenheiten von Intervallen enthalten. Wenn daher jede aliquote Theilung eine merkliche Wirkung vermöge ihrer Vibration erzeugte, so würden wir in jeder musikalischen Saite eine unendliche Verschiedenheit von consonirenden und dissonirenden, von Moll- und Durtönen zu gleicher Zeit hören. Auf diese Art würden aber alle Reize der Melodie verloren gehen, und wenn viele musikalische Saiten zusammen ertönten, so würde diese Vermischung von Consonanzen und Dissonanzen noch größer seyn, so daß wir aller Wahrnehmung von Harmonie beraubt seyn würden.

Sie haben hier also ein andres Beispiel der bewunderns-würdigen Weisheit, mit welcher die verschiedenen Theile in der Natur einer dem andern von dem großen Schöpfer angepaßt worden sind. In andern Fällen werden Sie ihn bereits um das Glück aller seiner Kreaturen besorgt gefunden haben, hier aber finden Sie auch noch, daß er selbst auf ihre unschuldigen Vergnügungen bedacht gewesen ist: denn hätte er das menschliche Ohr mit einem geringern Grade von Empfindsamkeit versehen, als es gegenwärtig besitzt, so würden wir viel von den angenehmen Wirkungen der Harmonie verloren haben; da hingegen, wenn unsre Empfindung stärker wäre, wir keinen Begriff, weder von Melodie noch Harmonie haben würden, so daß

nur unter dieser Einrichtung allein das menschliche Ohr des Vergnügens zu hören ganz fähig ist.

Ich habe nunmehr einen der vornehmsten Gegenstände beendiget, den ich zur Absicht hatte, nämlich die nähere Erklärung der vornehmsten Eigenschaften der uns umgebenden Atmosphäre. Indessen sind noch verschiedene Dinge übrig, von denen ich hier einige kürzlich berühren will; der übrigen kann ich aber erst alsdann gedenken, wenn ich besonders vom Feuer und den elastischen Flüssigkeiten handeln werde.

Die Atmosphäre, welche unsre Erde umgiebt, enthält in sich eine Mischung von allen den wirksamen und flüchtigen Theilen der bewohnbaren Welt, d. i. des Pflanzen-, Mineral- und Thierreichs: alles was athmet, in Fäulniß übergeht, oder ausdünstet, schwängert die Luft. Vermöge ihrer beständigen Oscillation wirkt die Luft ununterbrochen auf alles, was da lebt, es sey Thier oder Pflanze, indem sie ihre Fibern und Gefäße in beständiger Wirkung erhält, je nachdem ihr Druck und ihre Federkraft durch Wärme und Kälte, durch Feuchtigkeit oder Trockenheit, Abänderungen leiden. Durch ihren Druck werden die festen Theile unsrer Körper an einander gehalten, und die Flüssigkeiten gehindert, daß sie ihre Gefäße nicht zerreißen: eben dieß ist der Fall mit den Vegetabilien, bei welchen ohne diesen Druck die innere Luft verfliegen, und die Säfte des wirkenden Mittels beraubt seyn würden, das sie umtreibt. Weit entfernt, uns zu schaden, leistet vielmehr dieser Druck uns die größte Hülfe; gerade wenn die Luft am schwersten ist, sind unsre Lebensgeister am leichtesten; steht das Quecksilber auf seiner größten Höhe, so fühlen wir uns freier, belebter und muntrer, als wenn das Quecksilber tief steht, und die Atmosphäre leicht ist.

Die Theilchen der Luft und andre kleine Körper, welche in der Atmosphäre schweben, geben den Stoff zu jener schönen und lebhaft blauen Decke, die sich so prächtig über unsern Häuptern wölbt: sie sind es, welche unzählbare Lichtstrahlen reflektiren, die die allmähliche Annäherung des Tages und der Nacht verursachen, und die Morgen- und Abenddämmerung bewirken: jene Partikelchen sind es, welche jene geschwächte Erscheinung entfernter Gegenstände verursachen, denn Gegenstände, welche uns nahe sind, glänzen in lebhaften Farben, indeß solche in der Entfernung in einen blauen Dunst gehüllet sind, der zu schwach ist, um das Ansehen einer Wolke zu haben. Noch weiter entfernt aber verschwinden sie endlich ganz, und versinken in den allgemeinen Ocean der Luft: hier ist es, wo die Wolken als schwebende Seen voll Wasser erhalten werden und schwimmen. Die nachgebenden Atomen weichen überall in der sich leidend verhaltenden Luft aus, so lange diese ruhig ist; aber wehet der Sturm, und strömt die Luft in voller Flut nach einer Richtung hin, so reißt er Häuser und Wälder um, und thürmt große Seen zu hohen Gebürgen auf. Indessen so unmerklich die Gegenwirkung eines einzelen Theilchen für sich seyn kann, und so unwiderstehlich die Bewegung und Kraft einer Kanonenkugel ist, die die festesten Schlösser und Burgen in Staub darniederreißt, so wird doch ihre Kraft in wenig Augenblicken durch den allmählich erfolgenden Widerstand der zahllosen Theilchen der nachgebenden Luft überwältiget und vernichtet.

Im Verfolge Ihrer physischen Untersuchungen werden Sie sowohl in der Natur, als auch in Versuchen viele Beweisgründe finden, welche zu beweisen scheinen, daß das Element, welches uns umgiebt, nicht bloß eine Mischung von Luft und Feuer ist, sondern Etwas eigner Art, was aus Theilen besteht, die durch die Grade ihrer

Feinheit von der gröbsten bis zur feinsten Luft verschieden sind. Diese allmähliche Abstuffung ist so unmerklich, daß wir nie im Stande sind, zu bestimmen, wo die Luft sich endiget, und das Feuer anfängt; so wie die Farben des Regenbogens sich nach und nach so verlieren, daß zwischen seinem Rande und der ungefärbten Luft keine Gränzlinie gezogen werden kann. Indessen ist von der gröbsten Luft bis zum heftigsten Feuer der Uebergang noch so entfernt, daß Physiker zwischen Luft und Feuer eine sogenannte feine Materie, die von der Natur beider etwas besitze, angenommen haben.

Erfahrung und Vernunft scheinen ferner zu beweisen, daß das Licht die Mittelsubstanz zwischen Feuer und Luft sei; die zwei äußersten Gränzen desselben sind roth und blau, die eine die Farbe des Feuers, die andre diejenige der Luft. Die rothen Strahlen sind entweder Feuer, oder würden es doch unter gewissen Umständen seyn: indeß die Schattirungen von Blau sich in Luft verlieren, oder es doch seyn würden, wenn wir sie weit genug verfolgen könnten; aber so wie sie aufhören gefärbt zu seyn, hören sie auch auf sichtbar zu seyn.

Daß Luft und Feuer verschiedene Zustände einerlei elementarischen Materie des Himmels sind, ist so wenig eine neue Meinung, daß sie vielmehr sich aus dem spätesten Alterthume herschreibt. Wenn Luft sich in Feuer auflöset, und Feuer dagegen in Luft verwandelt wird, so scheint dieß nichts anders zu seyn, als was man insgemein am Wasser beobachtet, welches die Festigkeit des Eises erlangt, oder die flockigte Gestalt des Schnees annimmt, oder sich in feine und unfühlbare Dünste verwandelt: in allen diesen Zuständen ist es doch immer nichts mehr als die einfache Substanz des Wassers, in welches alles früher oder später wieder übergeht. Wenn man

behauptet, daß ein Schneeball und das Wasser im Kessel einerlei Substanz sind, so wird dieß niemand läugnen. Ein unbelehrtes Kind hingegen, welches beides anfühlte, würde nicht sogleich einsehen können, wie dieß möglich sey; und sind wir in der Physik nicht alle Kinder? Es giebt übrigens noch viele ähnliche Beispiele, welche alle diese Begriffe ebenfalls erläutern.

Ist nun die Beschaffenheit der Luft dieser Analogie angemessen, so müssen wir die Materie des Himmels als ein weit verbreitetes Fluidum betrachten, dessen Theile an Größe verschieden sind, so daß einigen die Oberflächen der Körper verschlossen sind, indeß andere ungleich feinere frei durch ihre Poren gehen; einige werden also innerhalb, andere hingegen außerhalb den Körpern wirken; einige werden sie erwärmen, andre erkälten; einige sie zusammendrängen, andre trennen, und solchemnach die zwei großen und allgemeinen Wirkungen der Verbindung und Auflösung, der Erzeugung und Vernichtung, erzeugen.

Ich habe bereits schon gezeigt, in wiefern diese Untersuchungen dahin führen, den Geschmack für das wahre Schöne und Gute zu beleben und zu unterhalten: denken Sie diesen Gegenständen aber weiter nach, so müssen Sie von Bewunderung und Liebe dahin gerissen werden. Auch habe ich bereits gezeigt, daß jede Wirkung in der Schöpfung der Welt so wie in ihrer Erhaltung und Regierung die große Weisheit ihres Schöpfers und Erhalters darlege. Diese Weisheit sieht in der That selten ein andrer, als nur solche, welche die Wunder in der Schöpfung näher betrachten, sie aufsuchen, und den geheimen Triebfedern der göttlichen Verwaltung nachspüren.

Die Weisheit, so wie sie an jedem Werke, wie es auch beschaffen seyn mag, sichtbar ist, muß man nach dem Entzwecke und nach den Mitteln betrachten, um

diesen Entzweck zu erreichen. Jeder Entzweck ist weise, wenn dadurch etwas Gutes bewirkt werden soll. Alle Mittel sind weise, welche den Entzweck bewirken, und diejenigen sind die weisesten, welche zu gleicher Zeit die einfachsten und kürzesten, die wirksamsten und sichersten sind.

Diese Weisheit werden Sie in dieser großen Welt, in dem Universum aller Dinge finden. Wird die Welt, worin wir leben, mit der sie umgebenden Atmosphäre, und so weit als über sie unser Gesicht reicht, als ein großes Ganzes angenommen, so wird dieß bereits hinreichend seyn zu beweisen, daß der durch die Schöpfung bezielte Entzweck das höchstmögliche Gute war. Es übersteigt alle menschliche Kräfte, sich eine bessere Einrichtung, wodurch die Glückseligkeit der Geschöpfe befördert würde, zu denken, als die Luft, die unsre Erde umgiebt: sie ist es, welche dem Lichte einen Durchgang gestattet, ohne welchen das Vermögen zu sehen unnütz seyn würde. Sie ist es, welche die Bewegung auf der Erde erleichtert, ohne welche das Leben wenig Genuß gewähren würde. Sie ist es, welche den Schall fortpflanzt, ohne welchen wir andern unsre Gedanken vermöge der Beihülfe der Sprache nicht würden mittheilen können; des Vergnügens nicht zu erwähnen, welches von der Harmonie so verschiedener Töne entspringt. Sie ist es, durch welche der Wind entstehet, der die in der Atmosphäre zerstreuten Ausdünstungen unter einander mischt und temperirt, die Wärme in heißern Gegenden verbessert, und Wolken von einem Orte zum andern trägt, um in Regen zur Erquickung und Befruchtung der Erde herabzufallen.

Sie ist es, welche allen Kreaturen Leben einflößt: ihr verdanken es so viele Klassen von Kreaturen, daß sie ihren Weg durch die höhern Luftregionen nehmen können. Je mehr Sie über alle diese Gegenstände nachdenken, desto

mehr werden Sie überzeugt werden, daß Gott diesen Theil der unbelebten Natur zur Verbreitung der Glückseligkeit für seine belebten Kreaturen nicht besser eingerichtet haben konnte.

Die Luft ist das allgemeine Wirkungsmittel, das nicht bloß für sich wirkt, sondern auch die Eigenschaften und Kräfte aller Körper erweckt: nichts gährt, vegetirt, oder geht in Fäulniß über ohne Beitritt der Luft, die vereint mit den in den Körpern verschloßnen Kräften, d. i. mit der ganzen Natur, wirkt. Es giebt keine Substanz, die nicht ihre heilsamen oder giftigen Kräfte in die Luft aushauchte.

Ich möchte Ihnen hier noch die Meinungen der Alten über die Luft anführen, die in mancher Rücksicht sehr interessant und belehrend sind; allein es würde mich dieß zu weit von meinem Plane abführen, daher ich nur bloß derjenigen des Hippokrates erwähnen will, eines Mannes, der wegen seiner Kenntnisse von seinen Zeitgenossen beinahe vergöttert wurde. Seine Lehrer waren die Erfahrungen früher Zeiten, und ein unermüdetes Nachspähen der Natur gewesen. „Die Luft, sagt er, hat die Herrschaft über den menschlichen Körper, und ist die vornehmste Quelle alles dessen, was ihm gutes oder böses begegnet. Ihre Kraft und ihr Einfluß verdienen daher alle Aufmerksamkeit; der Wind ist nichts anders als ein Luftstrom, der in ungestümen Wogen dahin fährt, oft mit solcher Gewalt, daß Bäume mit ihren Wurzeln herausgerissen, das Wasser des Oceans gehoben, und die größten Schiffe in seinen Abgrund geschleudert werden. So groß ist die Gewalt, die sie ausübt, indeß sie selbst kein Gegenstand der Sinne ist, sondern bloß durch ihre Wirkungen erkannt wird. Was giebt es irgend wohl, das der Luft entbehren könne? oder wo ist der Ort, wo sie nicht gegen-

wärtig wäre? Der ganze Raum zwischen Himmel und Erde ist von ihr ausgefüllt. Sie ist die Ursache des Winters und des Sommers: im Winter ist sie verdichtet und kalt, im Sommer milde und heiter. Sonne, Mond und Sterne werden von ihr in ihrem Laufe geführt; die Luft ist das Element des Feuers, und Feuer, das ihrer beraubt ist, verlöscht; selbst die Sonne hat ihre beständige Bewegung vermöge einer reinen und bleibenden Luft. Die See ist mit diesem Elemente geschwängert, weil ihre Einwohner ohne sie nicht bestehen können."

Plato, der größte und liebenswürdigste Philosoph unter den Griechen, leitet die animalischen Funktionen von einer Verwebung der Luft und des Feuers ab, die durch den ganzen Körper wirken. Dem Feuer eignet er das Geschäft zu, von innen auszudehnen, und durch den Körper nach außen zu wirken, indeß die Luft von außen zusammendrücke, und der Kraft des innern Feuers entgegenwirke.

Sechste Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften des Feuers.

Eine Hauptabsicht dieser Vorlesungen war besonders, die Aufhellung Ihres Verstandes, die Erweiterung und Stärkung der Kräfte Ihrer Seele, eine vollständige und deutliche Darstellung der Schönheiten der Schöpfung, der Eigenschaften der Materie, der Gesetze der Bewegung, der Fähigkeiten des Menschen, und der Hauptabsicht des Schöpfers bei Schaffung und Erhaltung des Universum; es ist daher nöthig, um dieser Absicht näher zu entsprechen, Ihnen von Zeit zu Zeit den eigentlichen Unterschied des Wahren und Falschen zu erklären, welches ich glaube nicht besser bewirken zu können, als wenn ich Ihnen die Gedanken der weisesten und erfahrensten Männer darlege.

Obgleich Wahrheit in keinem Zweige menschlicher Kenntnisse mit so unwiderstehlicher Ueberzeugung dargestellt werden kann, als es bei mathematischen Wissenschaften der Fall ist, so leuchtet sie dennoch, wenn nicht Vorurtheil oder vorsätzlicher Irrthum sie verdrehet, aus allen deutlich, wiewohl minder stark hervor. So wie dem Reisenden nicht selten die Morgen- und Abenddämmerung wohlthuender ist, als der blendende Glanz der Mittags-Sonne, unter dessen Schwüle er oft ermattet: so ist es zu verschiedenen Absichten und Bedürfnissen des Lebens eben nicht schlechterdings erforderlich, die Wahrheit in allem ihren Glanze zu kennen.

Es ist vielmehr in jeder Rücksicht für uns nützlicher und vortheilhafter, daß unter den Umständen, in welchen wir uns befinden, die Vorsicht vieles mit Dunkelheit umhüllet hat, um unter dem Schatten einer zwar schwachen, aber immer hinreichenden Gewißheit zu handeln. Der nämliche Fall findet bei der Naturphilosophie statt, deren weitläuftiges Feld darin besteht, die Kräfte und Eigenschaften, Bewegungen, Ursachen und Wirkungen derjenigen Körper zu kennen, womit wir umgeben sind, die immerfort auf unsre Sinne wirken, und von denen wir so unzählbare Vortheile ziehen.

Von physikalischen Grundsätzen.

Das Zeugniß der äußern Sinne ist offenbar der Hauptgrund, auf dem alle physische Kenntniß beruhet. Da aber die Natur mit Ursachen anfängt, die erst nach vielen Veränderungen Wirkungen erzeugen, so entdecken unsre Sinne zuerst diese Wirkungen, und steigen auf dem langsamen und mühvollen Wege der Versuche und Beobachtungen bis zu jenen Ursachen hinauf.

Der Mensch sieht auf der Bühne dieses materiellen Systems wie auf einer Schaubühne bloß das Aeußere so, wie das Auge eine Blume, die in ihrer vollen Blüthe steht, oder ein Insekt in allem Stolz und in aller Pracht seiner Farben, ohne dabei die verschiedenen Stuffen, die es vorher hat durchgehen müssen, die verschiedenen Formen, unter denen es gelebt, und die mannigfaltigen Abwechselungen, die es erlitten, zu bemerken, und ohne bis auf die Samen und Uranfänge hinabzusteigen, woher

sie entspringen, und die bei näherer Untersuchung so ganz an Form und Farbe verschieden sind. Auf gleiche Art werden die Sinne, obschon der erste Weg aller unsrer physischen Kenntnisse, in Rücksicht der Eigenschaften und Ursachen, der Kräfte und Wirkungen physischer Körper getäuscht.

Die Sinne müssen daher durch genaue und vorsichtige Beobachtungen unterstützt, und durch mehrmalige Zergliederungen, welche der Natur ihr äußeres und zusammengesetztes Gewand abziehen, und ihren innerlichen Mechanism und Bau vor Augen legen, vor jedem Betruge gesichert werden; ihre Irrthümer und falschen Vorstellungen müssen durch Versuche verschiedener Art, die bis in die innersten Schlupfwinkel dringen, und zu den entferntesten Ursachen hinabsteigen, berichtiget werden. Mit diesem Beistande werden die Sinne, wiewohl nicht ohne alle Schwierigkeit, den Betrug vermeiden, und können von einer Erscheinung zur andern übergehen, um soweit als menschliche Untersuchung reicht, über die Wirklichkeit der Dinge zu urtheilen.

Die Unterweisung, welche wir vermittelst der Sinne erhalten, muß, wie Lord Bacon, der Freund und Vater der Naturphilosophie, bemerkt hat, durch verschiedene Verfahrungsarten untersucht und berichtiget werden: denn ob sie uns gleich bei allen Gelegenheiten hintergehen, so entdecken sie auch wieder die Irrthümer selbst, in welche sie uns leiten, die aber, ohnerachtet sie unmittelbar vor uns liegen, doch nicht selten weit her aufgesucht werden müssen.

Sehr oft verlassen uns bei unsern Untersuchungen die Sinne entweder ganz, oder sie hintergehen uns. Viele Gegenstände entziehen sich für immer der Erkennung der Sinne, wie frei von allen Hindernissen und

wie fähig zu ihrer Untersuchung diese auch seyn mögen; dieß geschieht theils wegen des fast unzertrennlichen Zusammenhangs des ganzen Gegenstandes, theils wenn die Theile desselben zu klein sind, ferner wenn er zu weit entlegen ist, wenn seine Bewegung entweder zu langsam oder zu geschwind geschieht, wenn es ein dem Auge zu gewöhnlicher Gegenstand ist, und verschiedener andrer Ursachen wegen. Selbst dann kann man sich nicht sicher auf die Sinne verlassen, wenn sie ihren Gegenstand völlig fassen, denn das Zeugniß und die Belehrung der Sinne hängt von der Analogie und Beschaffenheit des Menschen, nicht aber von der Analogie und Beschaffenheit des Universum, ab. Der Satz ist also falsch, daß **die Sinne der richtige Maßstab und der competente Richter aller Dinge sind.**

Um den Unvollkommenheiten der Sinne abzuhelfen, sieht sich der Naturforscher genöthiget, mit vieler Mühe und Aufmerksamkeit überall Hülfe zu suchen, wo die Sinne uns verlassen, und sie zu reguliren und zu berichtigen, da wo sie selbst in ihren Angaben verschieden sind. Diese Hülfe gewähren uns nicht sowohl Instrumente, als vielmehr Versuche, welche letztere ungleich schärfer in die Natur der Dinge eindringen als die Sinne, selbst wenn sie durch die schicklichsten Instrumente unterstützt werden. „Ich meine, fährt Lord Bacon fort, solche Versuche, die mit Scharfsinn ausgedacht, und mit Geschicklichkeit zur Aufhellung des in Untersuchung genommenen Gegenstandes angewendet werden.“

Der Physiker kann sich daher keineswegs allein auf die im gemeinen Leben gewöhnliche Wahrnehmung der Sinne verlassen, sondern er muß bei Beurtheilung eines Gegenstands jederzeit so verfahren, daß die Sinne über Versuche, und Versuche über die Dinge entscheiden. Versuche sind also

in der That die zuverlässigen Führer der Sinne, von denen ursprünglich in einer gesunden Naturphilosophie alles abstammt, und die geschicktesten Dollmetscher ihrer Orakel.

Man kann daher als einen sichern Grundsatz annehmen, „daß keine physische Wirkung wirklich erklärt oder verstanden wird, wenn sie nicht von einer physischen Ursache hergeleitet werden kann, deren Daseyn und Wirkung durch Versuche zu erweisen ist." Der Mensch darf es sich nicht anmaßen, den Werken der Gottheit Gesetze vorschreiben zu wollen, sondern er muß sich begnügen, von ihnen alle Gesetze der Physik abzuleiten.

In der Folge werde ich Ihnen noch zeigen, wie über physische Gegenstände geurtheilt werden, und daß der Naturforscher bei Aufsuchung der allgemeinen Ursachen langsamen, aber festen Schrittes gehen muß. Gegenwärtig will ich von dem so wundervollen Elemente des Feuers handeln, einem Wesen, das so vielen Einfluß auf alle Geschäfte des Lebens, auf alle Erscheinungen in der Natur hat; ja man kann dreist behaupten, daß dasjenige System der Naturphilosophie, was bei Erklärung der Erscheinungen die Wirkung und den Einfluß des Feuers nicht in Betrachtung zieht, keineswegs auf Wahrheit gegründet ist.

Vom Feuer.

Das Feuer hat einen so wichtigen Einfluß auf das Bestehen und die Erhaltung der Welt, und ist von so

großem Nutzen bei allen Geschäften unsers Lebens, daß es von jeher die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen, und sie zu verschiedenen Betrachtungen veranlaßt hat. Daher finden wir auch, das die alten Heiden es nicht bloß zu einem Gegenstande ihrer Philosophie aufnahmen, das ganze Universum damit erfüllten, und die wichtigsten und größten Wirkungen in der Natur davon herleiteten; sondern sie waren von seiner Macht und von seinem allgemeinen Nutzen in der Welt so hingerissen, daß sie dem Feuer sogar göttliche Ehre erwiesen.

So geachtet und sogar göttlich verehrt das Feuer von den Alten wurde, und so allgemein auch sein Einfluß und seine Wirksamkeit in der Natur ist, so hat man doch bis auf die neuesten Zeiten die verschiedensten Meinungen davon gehegt. Einige behaupteten, es sey unkörperlich, andre stritten, ob das Feuer an sich ein Wesen, gleich dem Wasser, der Luft und der Erde sei, oder ob es nicht vielmehr eine zufällige und hinzukommende Eigenschaft sey, die von der innern Bewegung der unmerklichen Theilchen der Materie herrühre. Es wird daher dem Entzwecke hier gemäß seyn, Ihnen die Materialität und die Wirklichkeit des Feuers als ein besondres und eignes Wesen darzuthun.

Der ungleich größere Theil derjenigen, welche diesen Gegenstand untersucht haben, glauben, daß das Feuer ein feines, wirksames und elastisches Fluidum sey, das überall durch das Universum sich verbreite, und alle Körper mit größerer oder minderer Leichtigkeit durchdringe; das beständig geneigt sey, sich gleichförmig zu verbreiten, und ein Gleichgewicht zu halten; das die verschiedenen Substanzen ausdehne, die es durchdringt, und sie in einen Zustand der Flüssigkeit verwandle, die sodann verdunste. Wo man irgend mehrere Eigenschaften an-

trifft, welche allezeit zusammen existiren, da kann man sicher folgern, daß irgend eine Substanz diese Eigenschaften hervorbringen muß.

Das Feuer ist eine wirkliche und materielle Substanz.

Das Feuer kann eine andre Materie aus irgend einem gegebenen Raume treiben. Hieraus läßt sich mit Gewißheit folgern, daß dasjenige, was andre Körper verdrängen, und dagegen jener ihren Platz einnehmen kann, nothwendig selbst ein Körper seyn müsse. Aus der Kugel einer Thermometerröhre, die mit Luft, Weingeist oder Quecksilber gefüllt ist, wird das Feuer, wenn es unterhalb derselben sich befindet, sie alle verdrängen, welches ohne seine eigene Ausdehnung gewiß nicht geschehen könnte; kann es aber ausgedehnt werden, so muß es nothwendig selbst eine körperliche Substanz seyn.

Was irgend einen Raum einnimmt, und der Berührung widersteht, das haben wir ein Recht, eine materielle Substanz zu nennen, wir mögen es nun sehen und wägen können oder nicht. So wird die Luft, die unsichtbar ist, und für sich nicht gewogen werden kann, allgemein für eine Substanz, keineswegs für bloße Eigenschaft anerkannt.

Licht ist ein Ausfluß des Feuers; die Zersetzung der Lichtstrahlen beweist ihre Materialität: was an der Oberfläche eines Brennglases Licht ist, wird in dessen Brennpunkte Feuer; was daher die Materialität des Lichts beweiset, ist solchemnach auch auf das Feuer anwendbar.

Eine Flüssigkeit, die gleichen Gesetzen mit der elastischen Luft unterworfen ist, muß eben so materiell seyn als die Luft es ist. Das Feuer so wie die Luft läßt sich durch irgend einen aufliegenden Druck zusammenhalten, und breitet sich wieder aus, so wie dieser Druck aufgehoben wird. Das Feuer würde das Wasser früher zum Kochen bringen, leistete ihm nicht der Druck der Atmosphäre auf dessen Oberfläche Widerstand; daher kocht es, wie Sie bereits gesehen haben, im luftleeren Raume bei einem sehr geringen Grade von Hitze.

Das Feuer entweicht aus einer erwärmten Flüssigkeit langsamer, wenn der Druck der Luft darauf wirkt. Wenn solchemnach zwei gleiche, mit gleich heißem Wasser angefüllte Gefäße, das eine in den luftleeren Raum, das andere an die freie Luft zum Abkühlen hingesetzt werden, so wird das Wasser unter dem Recipienten am frühesten kalt werden: ein Beweis, daß das Feuer durch einen aufliegenden Druck zusammengehalten werde, und daß es mit größerer Freiheit entweicht, wo der Widerstand geringer ist.

Man könnte Beweise auf Beweise häufen, um zu zeigen, daß das Feuer eine materielle Substanz ist, denn es kann gleich jeder andern wirklichen substanziellen Flüssigkeit unter verschiedenen Umständen von einem Theil der Materie zum andern übergeleitet werden. Wenn Sie irgend eine Menge heißes Wasser zur nämlichen Menge Quecksilber von einerlei Temperatur mit der Atmosphäre setzen, so wird das Wasser dem Quecksilber zweimal soviel Wärme mittheilen, als das Quecksilber von der nämlichen Wärme dem Wasser mittheilen würde, wenn es so kalt als das Quecksilber im ersten Fall wäre. Dieß zeigt, daß das Feuer keineswegs ein Produkt der Bewegung in den festen Theilen der Materie sey, weil in diesem Falle die

schwerern Theilchen des Quecksilbers den Theilen des Wassers mehr Bewegung mittheilen würden, als die Theile des Wassers, welche soviel leichter sind und folglich weniger Moment haben, dem Quecksilber mittheilen könnten; da die Wirkung des heißen Wassers auf das Quecksilber zweimal so groß ist, als die Wirkung des heißen Quecksilbers auf das Wasser. Dieß setzt als nothwendig voraus, daß ein Uebergang irgend einer Materie oder eines Elements von einem Körper zum andern Statt findet, und es ließe sich keineswegs erklären, wenn man annimmt, daß die Theilchen vermöge eines ihnen gleichsam angebornen Zurückstoßens oder irgend einer bloßen Eigenschaft ausgedehnt werden; denn wie kann eine Eigenschaft gleich einer Flüssigkeit aus einem Gefäße in das andre ausgegossen werden? oder sich gleich einem Flusse mit verschiedenen Graden von Stärke durch Kanäle von verschiedener Breite bewegen, wie das hier offenbar der Fall mit dem Feuer ist?

Man lege ein Stück Eisen oder Kupfer in ein gläsernes Gefäß, welches Scheidewasser enthält: erfolgt die Wirkung gehörig, so setze man die Flasche unter einen Recipienten, und pumpe die Luft aus, wo die Wirkung ungleich heftiger erfolgen wird, und zwar so stark, daß wenn man die Luft bis zu einem hohen Grade auspumpte, selbst eine Flamme ausbrechen, und eine Explosion entstehen würde. Während dem alles heftig kocht, senke man die Flasche in ein Gefäß mit kaltem Wasser, (welches zu dieser Absicht vorher auf den Teller der Luftpumpe gesetzt worden) wodurch die Wirkung bald so sehr gehemmt werden wird, daß das Scheidewasser nicht mehr mit der nämlichen Heftigkeit wirket, so lange als es mit Wasser umgeben ist. Aus diesem Versuche ergiebt sich, daß Feuer das Wirkungsmittel sey, und daß Bewegung keineswegs die Hitze erzeuge, sondern daß vielmehr das

Feuer und die Hitze die Bewegung verursache; denn wenn die Luft, der natürliche Antagoniste des Feuers, weggenommen wird, wirkt das Feuer ungleich freier. Daß das äußerlich um die Flasche befindliche Wasser das Feuer hemmte, ist sehr natürlich, wenn es als ein Fluidum betrachtet wird, allein kein Grund kann angegeben werden, warum diese Wirkung erfolgt, wenn man es für etwas anders annimmt.

Nichts kann seltsamer seyn, als anzunehmen, Bewegung könne eine Eigenschaft mittheilen, welche sie selbst nicht besitzt. In welcher Art von Zusammenhang könnten wohl die Begriffe des Brennens und irgend einer Art von Bewegung stehen? oder wie kann Bewegung der Grund von irgend etwas anderm als von Bewegung seyn? Man denke sich alle Arten wie man will; man lasse sie anfangen wie man will, und nach so vielen verschiedenen Richtungen in allen ihren verschiedenen Theilchen geschehen als möglich ist — wird dieß in Ihnen den Begriff von Wärme, Licht oder Feuer erzeugen können? Sollten Sie niemals die Wirkungen des Feuers gefühlt haben, ob Sie schon die innern Bewegungen aller Theilchen der Erdkugel gesehen hätten, glauben Sie wohl, daß diese Bewegungen Ihnen den Begriff von Wärme oder Licht gegeben haben würden?

Bewegung kann zwar aus den Körpern Feuer entwickeln, oder sie kann ihm eine besondere Richtung geben, wo es eine merklichere Wirkung äußern kann, aber Bewegung erzeugt dem ohnerachtet kein Feuer. Bewegung kann Dinge merklich machen, welche sie nicht schafft oder verursacht; ja sie kann sie in Stand setzen zu wirken, wie sie nicht gewirkt haben würden, so lange sie ruhig geblieben wären. Wir empfinden das Daseyn der Luft nicht, wenn sie in vollkommner Ruhe ist, allein, so wie die Luft

in Bewegung gesetzt wird, so empfinden wir sie: die Bewegung thut in diesem Falle alles, was sie in jedem andern thut; allein sie schafft oder erzeugt das nicht, was wir fühlen, ob sie es schon merklich macht. Es war Feuer in dem Holze, und Luft auf dem Felde, ob wir beides schon nicht fühlten, als beide in Ruhe waren; das Reiben von zwei Stücken Holz erzeugt kein Feuer, so wenig als das Wehen des Windes Luft erzeugt: Bewegung macht bloß, daß sie beide merklich werden; sie waren beide da, obschon verborgen, und unsern Sinnen unvernehmlich.

Zu den unbegreiflichen und unglaubbaren Geheimnissen, welche die Physik darbietet, können wir das rechnen, daß es möglich seyn soll, daß Feuer nichts als eine vibrirende Bewegung der Theilchen eines erhitzten oder glühenden Körpers sey. In den heißesten Körpern kann kein Vibriren unter ihren Theilchen bemerkt werden, indeß gewisse Töne die dichtesten Substanzen in eine merkliche Vibration setzen, ohne jedoch Hitze zu erzeugen.

Daß das Feuer keinesweges durch irgend eine mechanische Bewegung, die wir einem Körper mittheilen können, erzeugt werde, ist offenbar, weil nach mechanischen Grundsätzen die Wirkung jederzeit ihrer Ursache verhältnißmäßig seyn muß. In dem Falle des Feuers übertrifft nun die Wirkung bei weitem die Ursache, vorausgesetzt, daß letztere bloß in einem mechanischen Stoße oder Schlage bestehe, wie z. B. wenn wir Eisen hämmern, bis es rothglühend wird. Wir geben zu, daß durch einige Schläge mit dem Hammer das Eisen in Bewegung gesetzt werde, und Wärme solchergestalt entstehe; allein, wenn wir diese Bewegung der Theilchen auf einen andern Körper übertragen, dessen Theile in Ruhe sind, so werden diese der Mittheilung vom erstern nach Verhältniß ihrer Kraft der

Trägheit und der Cohärenz ihrer Theile widerstehen. Aus mechanischen Grundsätzen kann nicht erwiesen werden, wie Bewegung unendlich wachsen, und sich vervielfachen sollte, so wie wir sehen, daß es beim Feuer der Fall ist; überdieß sind Bewegung und Schwingung Wirkungen, denn die Materie fängt nicht von selbst an, sich in Bewegung zu setzen. Ferner haben diejenigen, welche die Hypothese von der Bewegung angenommen haben, die Bewegung, die sie voraussetzen, niemals beweisen können; und wollte man diese Bewegung auch für erwiesen annehmen, so könnten doch die Erscheinungen nicht dadurch erkläret werden. Wenn Wärme von Bewegung abhienge, so würde sie schnell durch einen elastischen Körper gehen; allein sie geht nur langsam durch sie, wie eine Flüssigkeit; hienge sie aber von Schwingung ab, so müßte sie, nach Verhältniß der Menge der Materie, durch irgend eine Schwingung mitgetheilt werden können; allein dieß ist der Erfahrung geradezu entgegen. Wenn wir sehen, daß ein kleiner Funken allmählich eine große Stadt in Flammen setzet, so ist es unmöglich anzunehmen, daß nicht mehr Bewegung in allen Theilen der solchergestalt in Feuer gesetzten Stadt wäre, als sich in dem ersten kleinen Funken fand, womit sich das Feuer anfieng; oder daß nicht mehr Kraft oder Gewalt in diesem Feuer sey, als in dem kaum zu unterscheidenden Funken, wodurch es entstand. Ferner sind die Gesetze der Mittheilung des Feuers den Gesetzen der Bewegung keineswegs analog, und nichts ist weniger bekannt, oder schwerer zu verstehen, als der Fortgang und die Mittheilung des Feuers in Körper-Systemen von ungleicher Temperatur.

Auf welche Art Sie auch die Natur untersuchen, ob sie nämlich analytisch verfahren, zuvörderst die Gesetze der Natur entwickeln, und sie dann mit Hülfe der Einbildungskraft in alle ihre verschiedenen Modifikationen zer-

gliedern; oder ob Sie mit den allgemeinsten Eigenschaften anfangen, wie sie in die Sinne fallen, und sie sodann in aller der Natur eignen Mannigfaltigkeit ordnen und verbinden, allezeit werden Sie finden, daß das Feuer die nämlichen Ansprüche auf Wirklichkeit hat, wie Luft, Erde oder Wasser.

Wie kam es denn aber, daß Bewegung jemals als die Ursache des Feuers hat angenommen werden können? Es scheint dieses daher entsprungen zu seyn, daß wir immer geneigt sind, das, was unmittelbar vor einer Sache hergehet, als die Ursache davon anzusehen. Als Bacon, Deskartes und Newton bemerkten, daß Wärme erfolgte, wenn zwei trockne Körper auf einander gerieben wurden, daß eine Schnure Feuer fieng, wenn sie gegen harte Substanzen gerieben wurde, und daß ein Stück Eisen rothglühend gehämmert werden konnte; wurden sie hierdurch vielleicht verleitet zu glauben, daß eben diese Bewegung die Ursache sey, welche Wärme erzeugte, obschon ein anderer, welcher diese Versuche niemals gesehen, wohl aber bemerkt hätte, daß Bewegung von der oder jener Art jederzeit in jeder Materie hervorgebracht worden sey, wenn Feuer darauf wirkte, gewiß gerade das Gegentheil gefolgert haben würde — daß nämlich Bewegung durch das Feuer erzeugt werde: und wenn er überdieß fände, daß Wärme öfters auf keine Weise das Resultat der Bewegung sey, sondern Kälte erzeuge, so müßte er daraus schlechterdings auf ein wirkliches Daseyn des Feuers schließen, welches nie ermangelt, Bewegung zu erzeugen, da hingegen Bewegung, wenn sie Ursache des Feuers wäre, höchstens nur eine Partial-Ursache wäre.

Diese falsche Art zu schließen, wo man von einzelen Umständen anfängt, und auf das Allgemeine fortgehet, schleicht sich so unvermerkt in die Seele, daß man nie

zu sehr dieserwegen auf seiner Hut seyn kann. Für sich betrachtet kann nichts deutlicher seyn, als daß ein Satz, der in einem besondern Falle wahr ist, es darum nicht durchaus seyn müsse, und daß daher zwei solche Sätze nie mit einander vermengt werden dürfen, als ob sie übereinstimmend wären; hätte man darauf mehrere Rücksicht genommen, so würde man Bewegung nie als die Ursache des Feuers angenommen haben.

Daß man die Wirklichkeit und die elementarische Existenz des Feuers so spät erst anerkannt hat, muß zum Theil dem unbedingten Vertrauen zugeschrieben werden, welches man in die Meinungen großer Männer setzte. Ein Mann von großen Talenten, welcher sich durch neue Entdeckungen berühmt gemacht, hieraus große Folgerungen gezogen, oder die Wahrheit genauer erforscht hat, gewinnt natürlicherweise ein großes Uebergewicht über andere, welche alsdann selbst seine Irrthümer und Fehler als Göttersprüche annehmen. Es wird dann für Verwegenheit, ja sogar für Verbrechen gehalten, selbst nur seine Muthmaßungen untersuchen zu wollen; und die Zeit, welche allmählich jedes Ansehen und jeden Ruf auf den gebührenden Werth herabsetzt, muß erst die Meinung und Achtung, die wir für ihn haben, schwächen, ehe wir einsehen, daß auch er fehlen konnte und wirklich fehlte. Nichts ist dem Fortgange der Wissenschaften so äußerst nachtheilig gewesen, als eine blinde und knechtische Anhänglichkeit an das Ansehen großer Namen.

Da seit einigen Jahren die Schriftsteller, welche vom Feuer gehandelt haben, ganz neue Ausdrücke gebrauchen, so wird es erforderlich seyn, ehe ich weiter gehe, davon die nöthige Erwähnung zu thun. Unter dem Worte Feuer verstehe ich in diesen Vorlesungen dasjenige feine Fluidum, welches die Ursache der Wärme ist, und wo-

durch Körper ausgedehnt, Flüssigkeiten in Dämpfe verwandelt, feste Körper flüssig gemacht werden u. s. f. Die neuern französischen Schriftsteller bedienen sich in dieser Absicht der Ausdrücke Feuermaterie oder feuriges Fluidum, Hitzstoff, und besonders gegenwärtig des Namens Kalorik. Einige englische Schriftsteller haben sich in dem nämlichen Verstande des Worts Hitze bedient, und so die Ursache mit der Wirkung vermengt. Hitze, im eigentlichen Sinne genommen, ist diejenige Empfindung, welche die Gegenwart des Feuers in einem belebten Körper verursacht: der Zustand eines unbelebten Körpers, wenn er Feuer enthält, wird gleichfalls mit diesem Wort bezeichnet; denn wir sagen: die Hitze eines rothglühenden Eisens. Unter dem Worte Hitze müssen wir allezeit die Wirkung des Feuers, oder das Feuer als auf eine gewisse Art wirkend verstehen, nicht aber das Element selbst, welches sich in Substanzen befinden kann, die der Empfindung nach wirklich kalt sind.

Dr. Irvine und Dr. Crawford bedienen sich des Ausdrucks absolute Wärme für diejenige Kraft oder dasjenige Element, welches, wenn es bis zu einem gewissen Grade gegenwärtig ist, in allen Thieren die Empfindung der Wärme bewirkt; in diesem Sinne haben denn absolute Wärme, und das Element des Feuers einerlei Bedeutung. Feuer, in sofern es Bezug auf die Wirkungen hat, die es hervorbringt, und wodurch es erkannt und gemessen wird, heißt nach Dr. Crawford relative Wärme.

Allgemeine Begriffe vom Feuer.

Der große Boerhave war der Meinung, daß das Feuer ein Fluidum sei, das durch das ganze Universum

zerstreut wäre, und das in den kalten Regionen eben so gleichförmig gegenwärtig sei, wie in dem Ofen eines Treibhauses, nur daß es im letztern in Wirkung gesetzt worden, und merklicher auf die Sinne wirke. Wenn es daher in Thätigkeit gesetzt würde, so sey sein Daseyn in den kältesten Gegenden der Welt eben so leicht zu erweisen, wie in einem Ofen; alle Körper enthalten es, es befinde sich in der Erde, die wir bewohnen, und in den Nahrungsmitteln, die wir genießen, ja wir selbst wären damit erfüllt. Ob es schon im Stande ist, alle Dinge zu zerstören und zu verzehren, so ist es doch, da es der Verbrennung ohne andre Substanzen nicht fähig ist, so weit entfernt, uns nachtheilig zu seyn, daß es vielmehr einen wesentlichen Theil unsers animalischen Lebens ausmacht, und ein Theil der Flüssigkeit ist, die wir athmen, das Einzige, welches die animalische Wärme unterhält.

Der ungleich größere Theil der neuern Physiker stimmen in dieser Rücksicht mit Boerhaven überein; alle ihre Namen anzuführen, würde nichts weiter seyn, als Seiten auszufüllen; es wird daher hinreichen, wenn ich nur einige derselben erwähne: Jones, Lavoisier, Black, Crawford, de Lüc, Pictet, de Saussüre. Ich will hier Herrn Lavoisier selbst sprechen lassen: „Ich betrachte unsre Erde, sagt er, als überall von einer sehr feinen Flüssigkeit umgeben, welche ohne Ausnahme in alle Körper eindringt, woraus sie besteht.“ Dieses Fluidum nennt er Kalorik, wir nennen es Feuer: es strebt ununterbrochen, sich in allen Körpern im Gleichgewichte zu erhalten: allein es durchdringt nicht alle mit gleicher Leichtigkeit. Dieses Fluidum ist übrigens zuweilen in einem Zustande der Freiheit, zuweilen in fester Form, und mit Körpern in Verbindung.

Diese Meinung über das Daseyn des Feuers ist indessen keinesweges neu, vielmehr ist sie eigentlich diejenige

der meisten Physiker des Alterthums. „Ich werde daher, sagt er, keineswegs die Erfahrungen anführen, worauf sie sich gründet; allein wenn ich zeige, daß sie überall mit den Erscheinungen übereinstimmt, und daß sie alles erklärt, was sich in physischen und chemischen Versuchen ereignet, so wird dieß ein hinreichender Beweis für diese Meinung seyn. In der That scheint auch diese Meinung mit allen Erfahrungen zu sehr übereinzustimmen, um bloß als Hypothese angenommen zu werden."

Durchdringlichkeit des Feuers.

Das Feuer durchdringt alle Körper, selbst die härtesten derselben, eine Eigenschaft, die nur das magnetische Fluidum mit ihm gemein hat. Alles um uns herum bestätiget diese Wahrheit, welche auch sehr leicht durch Versuche noch bestärkt werden kann. Man bedecke dieses Thermometer (welches, wie ich Ihnen schon gesagt habe, ein Instrument ist, um die Grade der Wärme zu bestimmen) mit einem Glase, und bringe eine erwärmte Substanz an die Außenseite des Glases, so wird die Flüssigkeit innerhalb dem Thermometer sogleich in die Höhe steigen: das nämliche findet Statt, wenn es in einem metallischen Gehäuse eingeschlossen wird, oder woraus dieses Gehäuse bestehen mag. Dieß könnte nicht geschehen, wofern nicht das Feuer durch die Materie dränge.

Ein Thermometer, welches in einem ausgepumpten Recipienten aufgehangen wird, wird den nämlichen Grad zeigen, als ein andres, welches an der freien Luft hängt; denn das Feuer, welches durch die Atmosphäre vertheilt ist, ist auch durch den luftleeren Raum vertheilt. Sir Isaac Newton hatte in der That lange vorher schon gezeigt,

daß die Wärme vermittelst eines Medium geleitet werde, welches ungleich feiner sey, als die gemeine Luft, weil zwei Thermometer, eines im luftleeren Raume einer Luftpumpe, und das andre an der freien Luft, allein in gleicher Entfernung von dem Feuer, gleichen Grad der Wärme beinahe zur nämlichen Zeit zeigen." Hätte er diesen Gedanken weiter verfolgt, so würde er ohne Zweifel geschlossen haben, daß das Feuer überall gegenwärtig sey, und daß es eben so stark wirke, wo keine irdische Materie vorhanden ist, als wo sie sich im Ueberflusse befindet.

Neigung des Feuers sich ins Gleichgewicht zu setzen.

Eine der beständigsten Eigenschaften des Feuers ist die stetige Neigung, sich ins Gleichgewicht zu setzen, oder von einem wärmern in einen kältern Körper überzugehen, und aus denjenigen Theilen zu entweichen, wo es am wenigsten Widerstand findet, bis endlich dieser Widerstand gleich wird, indem es das überschüssige Feuer allen nahe gelegenen Körpern mittheilet, bis sie die nämliche Temperatur erhalten haben. Unter diesem Gesichtspunkte scheint das Feuer bloß durch sich selbst beschränkt zu werden. Um den Uebergang des Feuers aus einem Körper in den andern zu beobachten, bis sie alle einerlei Temperatur erhalten haben, setze man in ein Zimmer, in welches die Sonne nicht scheint, mehrere Substanzen, als Holz, Federn, Eisen u. s. f. die von verschiedener Temperatur sind. Legt man nun dicht an jede derselben ein Thermometer, so wird man den Uebergang der Wärme von einer Substanz zur andern, bis sie endlich alle die Temperatur des Zimmers selbst angenommen haben, vermittelst des Thermometers beobachten können. Dieß ist von mehrern andern Erscheinungen eine, wo man schlechterdings voraussetzen

muß, daß das Feuer eine Flüssigkeit sey, die aus einem Körper in den andern übergehe, bis sie sich endlich gleichmäßig vertheilt hat.

Von der Vertheilung des Feuers und den Substanzen, welche die Wärme leiten.

Es scheint nicht, daß verschiedene Grade des Feuers alle Körper mit gleicher Kraft in gleichen Zeiträumen durchdringen können; oder mit andern Worten, das Vermögen die Wärme fortzuleiten, ist in verschiedenen Körpern verschieden, indem einige sie geschwinder leiten als andre. Wenn Sie z. B. ein Ende dieser Metallstange in Ihrer Hand halten, und das andre Ende ins Feuer legen, so wird sie bald so heiß werden, daß Sie solche nicht mehr werden halten können, ob sie schon gegen drei Fuß lang ist; indeß das eine Ende dieser gläsernen Stange, die beträchtlich kürzer ist, ohne jene unangenehme Empfindung gehalten werden kann, während dem bereits das andre Ende rothheiß glüht und schmilzt. Ferner sehen Sie hier verschiedene Metallstäbe, deren jeder einen dünnen Ueberzug von Wachs hat: ich will jetzt die Enden derselben in geschmolzenes Blei tauchen, und Sie werden sehen, daß der Ueberzug von Wachs an einigen früher schmelzt als an andern: oder allgemein gesagt: diejenigen Körper, deren Temperaturen sich am geschwindesten ändern, werden für die besten Leiter des Feuers gehalten.

Der Unterschied in den Zeiträumen, in welchen das Feuer verschiedene Körper durchdringt, bis sie endlich einerlei Temperatur haben, kann von ihren besondern Kräften, oder von dem Vermögen abhängen, Feuer zurück zu

halten: dieses Vermögen hat man ihre Kapazität genannt. Je größer dieses Vermögen an einem Körper ist, desto größer ist die Menge des Feuers, das sich darin anhäufen wird, ehe das Gleichgewicht, das auf diese Anhäufung folgt, Statt findet, oder mit andern Worten, ehe es die nämliche ausdehnende Kraft nach außen äußern kann; wenn aber dieses Gleichgewicht erreicht worden, so folgt noch nicht, obschon eine gleiche ausdehnende Kraft geäußert, und sonach ein gleicher Grad von Wärme von dem Thermometer angezeigt werden kann, daß auch eine gleiche Anhäufung des Feuers in den verschiedenen Körpern Statt finde.

Um diesen Grundsatz zu erläutern, wollen wir in ein Becken mit Wasser zu gleicher Zeit ein Pfund getrockneten Schwamm, ein Pfund Löschpapier, und eben so viel von einem Holze werfen, welches sehr porös ist. Nach Verlauf einer gewissen Zeit werden diese Substanzen gleich naß seyn, und so viel Wasser eingesogen haben, als sie zurückhalten können. Das Löschpapier, das am leichtesten vom Wasser durchdrungen werden kann, wird zuerst davon durchdrungen werden. In den Schwamm hingegen wird es nicht so geschwind eindringen, 1) weil er von dem Wasser nicht so leicht durchdrungen werden kann als das Löschpapier; 2) weil er in seine größere Kapazität mehr Wasser einsaugen kann, und folglich mehr Zeit bedarf, um gesättigt zu werden, als das Papier. Das Holz endlich wird die längste Zeit brauchen, um völlig durchnäßt zu werden, ob es schon weniger Kapazität besitzt, da es weniger leicht vom Wasser durchdrungen wird, als die beiden übrigen Substanzen.

Wenn Sie alle drei Substanzen aus dem Wasser nehmen, so werden sie dem Anscheine nach, sowohl äußerlich als innerlich, in einerlei Grade durchnäßt seyn; allein

sie werden ungleiche Mengen Wasser in sich enthalten. Die Umstände sind beinahe die nämlichen, in Ansehung von Substanzen von gleichen Massen und verschiedener Beschaffenheit, wenn sie in eine Feueratmosphäre getaucht werden.

Wenn wir an diese Substanzen in dem Augenblick, als sie aus dem Wasser gezogen werden, ein Hygrometer anbringen könnten, so würde es bloß anzeigen, daß sie gleich feuchte sind, über die Menge des in jeder enthaltnen Wassers uns aber in Ungewißheit lassen. Auf gleiche Art wird ein Thermometer, das an verschiedene zu einerlei Grad erwärmte Substanzen angebracht wird, bloß zeigen, daß das Feuer in allen Substanzen ein gleiches ausdehnendes Vermögen besitzt, allein es wird uns weder über die absoluten noch über die relativen Mengen des Feuers, welche diese Ausdehnung hervorbringen, belehren.

Sie wissen, daß Wärme durch Kork, und noch mehr durch Federn und Wolle, so wie durch andre schwammartige Substanzen sehr zurückgehalten wird; vielleicht weil die Berührung der Theile unter einander sehr geringe ist. Flannell und Federbetten betrachtet man als warm, ob sie schon für sich keine Wärme haben, denn sie halten Körper, z. B. Eis u. s. f. besser kalt als andere Substanzen: sie hindern nämlich die Wärme, daß sie nicht ausdampfen kann, da ihre Zwischenräume mit Luft angefüllt sind, welche das Feuer nur langsam sowohl fortleitet als fahren läßt; daher sind sie auch sehr geschickt, die Wärme unsers Körpers zurückzuhalten, und uns folglich zu wärmen. Da der Schnee eine weiche schwammartige Textur hat, so hält er den Boden wärmer, als der Gefrierpunkt ist; dieser aber ist warm in Vergleichung mit der strengen Kälte, die man in verschiedenen Weltgegenden

empfindet, und welche sehr häufig 32° unter dem Gefrierpunkte ist. Der Gefrierpunkt ist also um so viel wärmer als dieser Punkt, oder verhält sich zu diesem Grade der Kälte wie die Wärme unsers Sommers zu dem Gefrierpunkte. In Siberien ist es etwas gewöhnliches, daß das Thermometer 150° unter dem Gefrierpunkte steht.

Flüssigkeiten leiten das Feuer sehr geschwind; die Luft erkältet Körper sehr geschwind: dieß kann von der Ausdehnbarkeit herrühren, die die Luft vom Feuer erleidet, wodurch ihre Theile beständig ihre Stellen verändern. Wenn Sie z. B. einen heißen Körper der Luft aussetzen, um abzukühlen, so dehnt die Luft, die ihn berührt, sich aus, wird leichter, und solchemnach aufwärts getrieben; es tritt also ununterbrochen immer frische Luft an den Körper. Setzen Sie den Körper zwischen dem Sonnenschein und der Wand, so werden Sie die Luft gleich einem wellenartigen Dunste an der Wand in die Höhe steigen sehen. Sie sehen dieß, weil der Dunst die Lichtstrahlen, welche durch ihn hindurch gehen, seitwärts bricht, und folglich die Wand an diesen Stellen weniger erleuchtet wird als an den übrigen; Sie sehen daher den Schatten aus dem nämlichen Grunde als sie den Schatten des Rauchs sehen. Dieß verursacht, daß die Gegenstände, wenn sie durch die verdünnte Luft eines erhitzten Feldes gesehen werden, ihren Ort zu verändern scheinen, und gleichsam zittern, wenn die Sonne darauf scheint.

Von diesem Aufwärtssteigen des Dunstes schreibt es sich her, daß ein heißes Eisen oder irgend eine andre heiße Substanz den darüber gehaltenen Körper früher erhitzen wird, als den unterhalb befindlichen; allein wenn ein Stück Eisen unter einen Recipienten gelegt wird, so ist der Boden am heißesten, da er der Berührung am nächsten ist: da-

her rührt die Kälte, die man zur See bemerkt, wenn man sich Eisbergen nähert, die kalte verdichtete Luft nämlich senkt sich an den Seiten des Eises nieder, und strömt längs der Oberfläche der See hin. Wenn ein Gefäß mit Wasser über ein Feuer gesetzt wird, so werden die untern Theile des Wassers ausgedehnt, und dadurch leichter gemacht; sie werden folglich durch die schwerern und kältern Theile, welche unterwärts steigen, in die Höhe getrieben, und dadurch ein beständiger Kreislauf von dem untern zum obern Theile des Gefäßes hervorgebracht.

Zufolge der Natur der Flüssigkeiten gefrieren tiefe Seen selten im Winter. Die kalte Luft, die über die Oberfläche dahin streicht, macht die obern Schichten des Wassers schwerer, welche folglich sinken werden, und deren Stelle alsdann durch anderes wärmeres Wasser von unten ersetzt wird, das, wenn es seinerseits gleichfalls schwerer und kälter geworden, wieder anderm Wasser Platz macht: die Luft müßte daher die ganze Wärme des Wassers wegnehmen, welches aber oft den ganzen Winter durch nicht geschehen kann. Daher erklärt sich die gelinde Temperatur auf dem Oceane und auf Inseln, wenn sie mit der auf festem Lande unter einerlei Graden der Breite verglichen wird.

Aus Sir Benjamin Thompson's Versuchen ergiebt sich, daß unter den verschiedenen Substanzen, deren man sich zur Bedeckung bedient, Hasenpelz und Eiderdun die wärmsten sind: nach diesen kommt das Biberfell, rohe Seide, Schafwolle, Baumwolle, und endlich Charpie oder gezupfte feine Leinwand. Auch fand er, daß die Luft, welche die Zwischenräume der Körper ausfüllt, deren man sich zur Bedeckung bedient, als ein sehr wichtiger Theil wirkt, um die Wärme zurück und zusammen zu halten, und in dieser Wirkung durch die Feinheit und

gleiche Vertheilung der Substanzen, deren man sich zur Bedeckung bedienet, unterstützet wird.

Beim Pelzwerke liegt die Luft zwischen den Theilen desselben so, daß sie von der mitgetheilten Wärme des thierischen Körpers nicht vertrieben werden kann. Unter diesen Umständen wird sie also gleichsam eine Schutzwehr, den animalischen Körper gegen alle äußere Kälte zu schützen.

Man sieht hieraus, warum diejenigen Felle am wärmsten sind, welche die feinsten, längsten und dicksten Haare haben, und wie die Felle des Bibers, der Fischotter und andrer ähnlichen vierfüßigen Thiere, welche viel im Wasser leben, desgleichen die Federn der Wasservögel im Stande sind, die Wärme solcher Thiere im Winter, ohnerachtet der Kälte und der leitenden Kraft des Wassers, worin sie schwimmen, zurückzuhalten.

Bäre, Hasen und andre Thiere, welche sich in kalten Erdstrichen aufhalten, und selten ins Wasser gehen, haben auf dem Rücken einen dichtern Pelz als am Bauche. Da die Wärme ihrer Natur zufolge aufwärts steigt, und solchemnach aus dem Rücken entweichen würde, so hat die Vorsehung dafür weislich dadurch gesorgt, daß sie die Theile des Rückens gleichsam weit mehr verstopft hat, wodurch die Wärme in dem Körper des Thiers zurück und zusammengehalten wird.

Der Schnee, welcher die Oberfläche der Erde in hohen Breiten im Winter bedeckt, ist von der Vorsehung ohne Zweifel als ein Schutz veranstaltet worden, um sie gegen die schneidenden Winde zu sichern, die von den Polargegenden kommen, und in dieser kalten Jahreszeit herrschend sind.

Diese Winde behalten, ohnerachtet der großen Strekken festen Landes, über welche sie hinstreichen, dennoch ihre Schärfe so lange, als der Boden, worüber sie hinstreichen, mit Schnee bedeckt ist, und nur dann erst, wenn sie an den Ocean gelangen, erhalten sie diejenige Wärme, die ihrer Kälte das schneidende nimmt, und die sie, durch den Schnee verhindert, von der Erde nicht annehmen konnten.

Keine Eigenschaft des Feuers ist bekannter, und wird leichter eingesehen, als seine Geneigtheit, aus einem Körper in den andern überzugehen. Wenn, wie ich Ihnen bereits bemerkt habe, tausend verschiedene unbelebte Körper mit einander an einen Ort gebracht werden, wo sonst keine Ursache zur Erwärmung Statt findet, so wird die Wärme sogleich anfangen, von den wärmern zu den kältern Körpern überzugehen, bis alle einerlei Temperatur erhalten haben, oder bis dasjenige Statt findet, was die Physiker das Gleichgewicht der Wärme nennen.

Allein dieß ist auf keine Weise der Fall in Rücksicht der belebten Materie; denn welches auch der Grad der Wärme sey, der jedem einzelnen Thiere eigen ist, so behalten sie ihn bleibend und unverändert in jeder Temperatur, vorausgesetzt, daß sie mit Leben und Gesundheit zusammen bestehen kann. So finden wir z. B. daß der menschliche Körper nicht nur im Stande ist, unter gewissen Umständen, und ohne alle wesentliche Veränderungen, einen Grad der Wärme zu ertragen, wo das Thermometer beträchtlich über dem Grad des kochenden Wassers steht; *) sondern daß er auch gegentheils seine gewöhnliche Temperatur behält, wenn das ihn umgebende Medium verschiedene Grade unter dem Gefrierpunkte sich befindet.

*) Philos. Transact. Vol. LXV.

Man sieht also hieraus, daß Thiere weder ihre Wärme von den Körpern um sie herum erlangen, noch von dem Einflusse äußerlicher Umstände irgend eine wesentliche Veränderung in derjenigen Wärme erleiden, die ihrer Natur eigen ist. Diese allgemeine Thatsache wird ferner durch verschiedene neuere genaue und zuverlässige Beobachtungen erläutert, welche zeigen, daß der Grad der Wärme in dem nämlichen Geschlechte oder der nämlichen Art der vollkommnern Thiere gleichförmig einerlei zu seyn fortfährt, sie mögen nun von Schneegebürgen in der Nachbarschaft der Pole umgeben, oder dem vertikalen Stande der Sonne in den schwülen Gegenden der heißen Zone ausgesetzt seyn.

Die Beständigkeit und Gleichförmigkeit der animalischen Wärme unter einer so auffallenden Verschiedenheit der äußerlichen Umstände und der Temperatur der umgebenden Luft, läßt uns nicht mehr zweifeln, daß der lebende Körper mit einem besondern Mechanismus oder mit einem Vermögen versehen ist, sich seine eigne Temperatur zu schaffen, sie zu unterhalten, und zu verändern; und daß dieser Mechanism den Umständen seiner Oekonomie so angemessen, oder davon so abhängig ist, daß, wie auch die Wärme der Atmosphäre beschaffen sey, sie sehr wenig Einfluß habe, diejenige des Thiers zu vermindern oder zu vermehren.

Von der Ausdehnung der Körper durch das Feuer.

Feuer hört niemals auf flüssig zu seyn, außer wenn es mit andern Körpern in eine innige Verbindung tritt; auch ist es eine Hauptursache des flüssigen Zustandes anderer Körper. Feuer, wenn es durch diejenige Bewegung

in Thätigkeit gesetzt wird, die sich durch Wärme äußert, wirkt allezeit so, als ob es mehr Raum bedürfe, und zwar auf eine so wunderbare Art, als ob jedes Theilchen ein strahlender Punkt oder ein Centrum sey.

Die Theilchen eines festen Körpers, wenn sie bis zu einem gewissen Grad erwärmt werden, treten von einander: läßt man sie aber wieder abkühlen, so nähern sich die Theilchen einander wieder, jedes in dem nämlichen Verhältnisse, wie sie von einander sich trennten, so daß der Körper in seinen vorigen Zustand in den nämlichen Graden von Ausdehnung zurücktreten wird, in welchen er vorher ausgedehnt war.

Die Ausdehnung der Körper durch Feuer kann als allgemein angenommen werden; es scheint hier kaum eine Ausnahme Statt zu finden, außer in solchen Körpern, deren Theile näher an einander gebracht werden, weil die Flüssigkeit, die sich in ihnen befindet, ausgetrieben wird.

Die erste Veränderung, die sich an einem Körper zuträgt, wenn er der Wirkung des Feuers ausgesetzt wird, ist die Verdünnung seiner ganzen Masse, und eine Vergrößerung seines Volumens.

Ehe ich weiter gehe, muß ich noch den Unterschied bemerken, daß das Feuer sich in einem doppelten Zustande befindet, in einem freien und gebundenen. Hiervon werde ich weiter unten handeln. Gegenwärtig ist bloß von freiem Feuer die Rede: denn unter diesem Zustande verstehen wir in Wirksamkeit gesetztes Feuer, welches die Empfindung der Wärme oder Hitze in animalischen Körpern hervorbringt, und die Dimensionen aller Körper ausdehnt: aus dieser Ursache heißt es auch offenbares oder thermometrisches Feuer.

Die Größe oder Stärke der Wärme wird durch die Menge des freien Feuers, oder des Feuers in Wirkung, bestimmt; denn ob wir gleich die Menge nicht bestimmen können, so können wir doch seine Wirkung auf Körper nach dem Grade ihrer Ausdehnung schätzen.

Diese Ausdehnung ist das allgemeine Merkmal der Gegenwart des Feuers. Um diese abzuschätzen, bedienen sich die Physiker derjenigen Instrumente, die unter dem Namen der Thermometer bekannt sind, und zu denen allezeit eine Substanz genommen wird, deren Volumen so verhältnißmäßig als möglich mit der Zunahme der Wärme wächst. Der Bau und die Einrichtung dieser Instrumente wird ein Gegenstand unsrer fernern Untersuchung seyn; jetzt ist es hinreichend, Ihnen zu sagen, daß vermittelst des Steigens einer Flüssigkeit in einer Röhre wir ein hinreichend zuverlässiges Maß erhalten, um darnach das Wachsen oder die Verminderung des thätigen Feuers bestimmen zu können. Ich übergehe dieses jetzt, um die Ausdehnung der Metalle näher zu betrachten.

Metallische Substanzen, deren Härte und Zähigkeit Ihnen bekannt seyn wird, werden durch Hitze in allen Dimensionen ausgedehnt und verdünnt. Wir wollen diese eiserne Stange, welche sechs Zoll lang ist, ins Feuer legen, bis sie anfängt roth zu glühen, und Sie werden dann finden, daß sie ohngefähr um den zwanzigsten Theil eines Zolls länger geworden ist, als sie vorher war, d. i. um den 120sten Theil des Ganzen. Daß das Metall verhältnißmäßig auch in seiner Breite ausgedehnt worden ist, sieht man, wenn man es durch diese Oeffnung zu stecken versucht, welche es genau ausfüllt, so lange es kalt ist, durch welche es aber in seinem jetzigen erhitzten Zustande nicht durchgehet. Dieß ist eine der Ursachen, warum Uhren in ihrem Gange abweichen, wenn sie aus

einem heißen Klima in ein kälteres gebracht werden, denn die Zeiträume der Vibrationen der Pendel stehen jederzeit in dem halben Verhältnisse ihrer Längen; da nun die Länge durch Wärme und Kälte verändert wird, so werden solchemnach auch die Zeiträume der Vibrationen Veränderungen erleiden: die Größe dieser Veränderung bei einer einzeln Vibration ist zwar außerordentlich geringe, allein sie wird doch sehr merklich, wenn diese Vibrationen öfterer geschehen. Eine Veränderung einer einzigen Vibration um den hunderttausendsten Theil an Zeit, wird innerhalb 24 Stunden eine Veränderung von beinahe einer ganzen Vibration bewirken.

Verschiedene Metalle verlängern sich bei einerlei Grade von Wärme verschiedentlich: diejenigen Instrumente also, deren Theile ein bleibendes Verhältniß behalten sollen, müssen daher niemals aus verschiedenen Metallen zusammengesetzt werden. *) Von dieser ungleichförmigen Ausdehnung rührt es solchemnach her, daß Klaviere sich bei einer Veränderung der Temperatur verstimmen.

Um die kleinsten Veränderungen in der Ausdehnung zu bemerken, so wie die relativen Verhältnisse derselben, hat man ein Instrument erfunden, welches unter dem Namen des Pyrometers bekannt ist.

Von den Pyrometern.

Unter den verschiedenen Maschinen, welche zu dieser Absicht erfunden worden sind, scheint diejenige, welche

*) Wo dieß aber auch der Fall ist, wird sich in der Mechanik näher entwickeln; z. B. in der Uhrmacherkunst zu Erhaltung eines unveränderlichen Pendulum u. s. f. G.

Herr Smeaton angegeben hat, die vollkommenste zu seyn. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit derselben wird durch die Beobachtungen bestätiget, welche mit andern Instrumenten angestellt worden sind; ihre Einrichtung beruht auf folgenden Sätzen.

1. Da die Größe der Ausdehnung im Verhältnisse zur Länge der Stange steht, so wird, je länger die Stange ist, desto merklicher die Ausdehnung seyn.

2. Die Scale oder das Maß, wornach die Veränderungen gemessen werden, muß so groß seyn, daß selbst die geringste Veränderung sichtbar wird.

3. Die Materie, woraus das Gestelle besteht, muß während dem Versuche keine Ausdehnung erleiden, oder der Grad der Ausdehnung, dem es unterworfen ist, muß bekannt seyn, um darauf Rücksicht nehmen zu können, weil die Ausdehnung des Instruments, angenommen daß die Stange, welche gemessen werden soll, sich nicht ausdehnt, die nämliche Erscheinung geben wird, als die Ausdehnung der Stange, wenn das Instrument keiner Ausdehnung fähig wäre.

4. Da alle Körper, nach Verhältniß als die Wärme, der sie ausgesetzt werden, vermehrt wird, sich auszudehnen fortfahren, so ist es nothwendig, den Grad der angewendeten Hitze zu bestimmen, und die komparative Ausdehnung der verschiedenen Metalle darnach zu berichtigen. Endlich

5. Müssen die messenden Theile des Instruments so groß seyn, daß die Größen der gemessenen Ausdehnung in einem bestimmten Maße ausgedrückt werden.

Das Instrument Taf. V. Fig. 1 und 2. ist solchergestalt eingerichtet, daß es eine Stange von zwei Fuß und

vier Zoll Länge aufnimmt, und zugleich in Stand gesetzt werden kann, Stangen von noch größerer Länge gewisser Arten von Materialien aufzunehmen, nur nicht solcher, welche sich biegen, selbst bei einem Grade der Wärme, der den Siedpunkt des Wassers nicht übersteigt.

Das Fortrücken des Hebels wird durch eine Mikrometerschraube gemessen, welche dem beweglichen Schenkel des einarmigen Hebels so weit entgegen geschraubt wird, bis ihr Ende an das Ende des Schenkels anklappt, und beide einander völlig berühren. Die Stellung der Schraube zeigt alsdann die Größe der Verlängerung. Von der Verlängerung läßt sich sicherer durch das Gehör urtheilen, als durch das Gesicht oder das Gefühl. Vermöge dieses Verfahrens hat man es für ausführbar gefunden, die nämliche Messung zu verschiedenen Malen zu wiederholen, ohne daß sich ein Fehler eingefunden habe, der auch nur den $\frac{1}{20000}$sten Theil eines Zolls betragen hätte. Der Grad der Empfindlichkeit, der vermöge dieses Verfahrens erhalten wird, übertrifft bei weitem alles, was nur irgend durch Gesicht und Gefühl zu erwarten steht.

Da bisher noch keine Substanz aufgefunden worden ist, die vollkommen frei von aller Ausdehnung durch Wärme wäre, so wirkt der nämliche Grad der Wärme auf die Stange, welche die Basis dieses Instruments ausmacht, wie auf die Stange, welche gemessen werden soll, folglich sind die Maße, welche durch das Mikrometer angezeigt werden, bloß die Unterschiede ihrer Ausdehnung.

Wenn also die Ausdehnung der Basis zwischen zwei gegebenen Graden der Wärme einmal gefunden worden, so wird dann die absolute Ausdehnung jedes andern Körpers, indem man den Unterschied jeder Ausdehnung der Basis zusetzt oder davon abzieht, je nachdem der

Körper, welcher gemessen werden soll, sich mehr oder weniger als die Basis ausdehnt, bestimmt werden.

Wenn man sich des Instruments bedient, so wird es, nebst der Stange, welche gemessen werden soll, in eine Cisterne mit Wasser eingetaucht. Diesem Wasser giebt man alsdann vermittelst untergesetzter Lampen den verlangten Grad der Wärme, der diejenige des kochenden Wassers nicht übersteigt. Auf diese Art wird denn der nämliche Grad von Wärme dem Gestelle, der Stange und dem Quecksilberthermometer, welches sich zugleich in demselben befindet, um dadurch des Grades der Wärme desto genauer versichert zu werden, mitgetheilt.

Nun war noch übrig die absolute Ausdehnung der Basis zwischen irgend zwei gegebnen Graden der Wärme zu finden, die nicht größer ist, als diejenige des kochenden Wassers. Dieses wird auf folgende Art erreicht.

Zu dieser Absicht lasse man sich eine Stange von geradkörnigem Tannen- oder Cederholz zubereiten, welches, wie bekannt, ungleich weniger durch die Wärme ausgedehnt wird, als irgend ein Metall, das bisher entdeckt worden ist. Diese Stange muß dem Instrumente so genau angepaßt werden, als die andern zu messenden Stangen; und damit wegen der Weichheit des Holzes die Genauigkeit in Ansehung ihrer Länge nicht leide, so beschlage man die Enden derselben mit einem Stück Messing, welches man in das Holz an den Berührungspunkten einläßt, um so viel als möglich zu verhindern, daß die Feuchtigkeit oder der Dampf des Wassers nicht auf das Holz wirke. Ueberziehet man nun auch das Holz durchaus mit einem Lacke, und umwickelt es dann ringsherum von einem Ende bis zum andern mit Werg, so wird dieses größtentheils den Dampf einziehen, ehe er das Holz erreicht. Die Cisterne richte man gleichfalls solcher-

gestalt ein, daß wenn das Instrument in derselben in einer schicklichen Höhe gesetzt worden ist, die Stange, welche gemessen werden soll, erforderlichen Falls über dem Deckel sich befinde, indeß die Basis innerhalb dem Wasser steht, auf welche Art denn gleichfalls der Deckel gegen die Feuchtigkeit schützen wird. Nunmehr bringe man das Wasser in der Cisterne zu seinem niedrigern Wärmegrade, (zum Gefrierpunkte z. B. oder nahe an denselben) indeß die Basis hinreichend lange in dem Wasser geblieben, um den nämlichen Wärmegrad anzunehmen. Nachdem man nun die hölzerne Stange vorher in einem nahe gelegenen Zimmer aufbehalten, wo sich keine plötzlichen Veränderungen der Temperatur durch Feuer oder andere Ursachen ereignen, so bringe man nunmehr dieselbe an das Instrument, zähle die Grade des Mikrometers und des Thermometers, und schreibe sie nieder. Die hölzerne Stange wird sodann wieder an ihren vorigen Ort gebracht, bis das Wasser den höhern Grad von Wärme angenommen hat, den man beabsichtiget; (wir wollen den Grad des kochenden Wassers oder einen andern ihm nahen annehmen.) Der Deckel wird unterdessen vollkommen geschlossen, und alle Oeffnungen mit Werg verstopft, um so viel als möglich zu verhindern, daß der Dampf herausgehe. Nachdem dieß geschehen, holt man die Holzstange wieder herbei, bringt sie in das Instrument, und zählt wie vorher die Grade des Mikrometers und des Thermometers. Die correspondirenden Unterschiede der Grade des Mikrometers und der Grade des Thermometers werden nun die Ausdehnung der Basis zwischen jenen Wärmegraden bestimmen, unter der Voraussetzung nämlich, daß die hölzerne Stange zur Zeit, als die zweite Messung geschahe, von der nämlichen Länge war, wie bei der ersten. Zwar kann wohl kein Maß ohne Zeitverlust genommen werden, weil das ganze Instrument, ehe das Maß der Erhitzung genommen werden kann, beträchtlich heißer ist als die höl-

zerne Stange, und weil, im Falle des kochenden Wassers, da der Dampf sehr repellirt und wirksam ist, die Stange in ihrer Länge beides durch Wärme sowohl als Feuchtigkeit eine beträchtliche Veränderung erleidet, ehe das Maß derselben genommen werden kann; allein, da dieß wenig beträgt, und fast ganz berichtiget werden kann, so wird eine solchergestalt angewendete hölzerne Stange der Absicht so vollkommen entsprechen, als wenn sie weder durch Wärme noch Feuchtigkeit eine Veränderung erlitte.

Um nun die Größe dieser Veränderung auszumitteln, bemerke man die Zeit, welche zwischen dem ersten Einlegen der Stange in das Instrument, und dem Aufnehmen des Maßes verflossen ist, nach einer Sekunden-Taschenuhr, oder auf irgend eine andre Art: nach einem andern gleichen Zwischenraume an Zeit, nehme man das zweite Maß; und nach einem dritten Zwischenraume ein drittes und ein viertes. Die drei Differenzen dieser vier Messungen werden beinahe übereinstimmend mit drei Gliedern einer geometrischen Progression gefunden werden, von welcher das vordere Glied bekannt ist, und zur Berichtigung des zuerst genommenen Maßes dient, indem man es davon abzieht. Hierdurch erhält man also das Maß so genau, als wenn die Holzstange während der Maßnehmung gar nicht ausgedehnt worden wäre.

Aus einigen Beobachtungen dieser Art, die man mit aller Sorgfalt wiederholt, kann solchemnach die Ausdehnung der Basis vollkommen bestimmt werden, und wenn dieß einmal geschehen, so können die Versuche mit andern Stangen sehr leicht und geschwind angestellt werden.

Die messingene Stange, welche die Basis ausmacht, ist einen Zoll breit, und gegen einen halben Zoll stark, und steht mit der schmahlen Seite aufwärts: das eine Ende

dieser Stange ist unter rechtem Winkel bis zu der Höhe von drei und einem halben Zoll aufwärts gebogen, und giebt solchemnach eine feste Unterstützung für das eine Ende der Stange, mit welcher der Versuch gemacht werden soll. Das andre Ende wirkt auf die Mitte eines Hebels der zweiten Art, dessen Ruhepunkt auf der Basis ist; es ist daher die Bewegung des Endes des Hebels der doppelte Unterschied zwischen der Ausdehnung der Stange und der Basis. Der obere Theil des Hebels steigt über den Deckel der Cisterne, so daß er und die Mikrometerschraube jederzeit ganz außerhalb dem Wasser sich befinden. Am obern Ende dieses Hebels ist ein Schenkel, welcher der Fühler genennt wird. Das Ende dieses Schenkels ist es, was mit der Mikrometerschraube in Berührung kommt. Der ganze Bau und die Anwendung dieses Instruments läßt sich indessen besser durch eine Zeichnung als durch viele Worte verständlich machen. Hieraus ergiebt sich, daß wenn man die Länge des Hebels von dessen Ruhepunkte bis zum Aufhängepunkte des Fühlers weiß, wenn ferner der Abstand des Ruhepunkts von dem Berührungspunkte mit der Stange, der Werth oder die Zolle und Theile einer gewissen Anzahl von Schraubengängen des Mikrometers, endlich auch die Zahl der Theilungen auf dem Umkreise der Zeigerplatte bestimmt ist, der Bruch eines durch eine Theilung der Platte ausgedrückten Zolles gefunden werden kann. Die Maße sind folgende:

	Zolle
Von dem Ruhepunkte des Hebels bis zum Fühler	5. 875
Von dem Ruhepunkte bis zur Berührungsplatte	2. 895
Länge von 70 Schraubengängen	2. 455
Theilungen auf dem Umkreise der Zeigerplatte	100.

Es wird solchemnach der Werth einer Theilung den $\frac{100}{57808}$ Theil eines Zolls betragen; da nun, wenn die Schraube um ein Viertheil einer dieser Theilungen gedre-

het wird, die Genauigkeit der Berührung zwischen der Schraube und dem Fühler noch fühlbar ist, so kann der $\frac{1}{2345}$ste Theil eines Zolls vermittelst dieses Instruments gemessen werden. Eines Umstandes muß ich noch erwähnen, nämlich der Berichtigung der Mikrometerschraube, welche der einzige Theil dieses Instruments ist, der die strengste Genauigkeit erfordert; wie schwer nun aber solche vollkommen gut zu machen sind, wird jedermann bekannt seyn, welcher in diesen Sachen Erfahrungen und Versuche gemacht hat, nämlich daß die Schraubengänge nicht nur an verschiedenen Stellen gleich entfernt von einander sind, sondern daß auch die Gänge gegen die Axe an jeder Stelle des Umkreises gleich geneigt sind.

Da bei diesen Versuchen fast von dem nämlichen Theile der Schraube Gebrauch gemacht wird, so fordert vorzüglich der letztere Umstand die genaueste Untersuchung. Zu dieser Absicht lasse man sich einen schwachen Streifen Stahl oder anderes Metall zubereiten, dessen Stärke ohngefähr den achten Theil des Abstands der Gänge betrage: den Rändern dieser schwachen Platte gebe man eine solche Gestalt, daß sie genau in den festen Absatz passen, in welchen das eine Ende der Stange gelegt wird; man lasse eine Schraube durch den messingenen Pfeiler gehen, welcher jenen Absatz trägt, so daß das Ende der Stange, welche gemessen werden soll, und das am weitesten vom Hebel ist, gegen die Spitze (oder vielmehr gegen das halbrunde Ende) dieser Schraube drücke: eine der messingenen Stangen, deren man sich bei andern Versuchen schon bedient, lege man in das Instrument, und nehme das Maß; nunmehr lege man die schwache Platte zwischen das Ende dieser Stange und das Ende der zuletzt erwähnten Schraube ein, und nehme wieder das Maß; vor allen beobachte man aber hierbei, daß die Platte genau auf dem Absatze aufliege, damit die nämliche Stelle der Platte jederzeit mit

dem Ende der Schraube zusammentreffe, und folglich kein Fehler von einer verschiedenen Stärke an verschiedenen Stellen der Platte Statt haben könne: ferner, daß alles gehörig gegen einander drücke; sodann drehe man die nämliche Schraube, bis die Mikrometerschraube um den vierten Theil einer Umdrehung rückwärts gestoßen wird; nun messe man wieder mit und ohne dem schwachen Plättchen; drehe dann wieder die vorige Schraube, damit das Mikrometer um noch einen vierten Theil seines Umganges zurückgehet, und nehme wieder die Maße mit und ohne dem schwachen Plättchen. Hat man dieses Verfahren so weit als erforderlich fortgesetzt, so sieht man hieraus, da die Stärke des Plättchen jederzeit die nämliche bleibt, daß, wenn der Unterschied der mit und ohne demselben genommnen Maße in den verschiedenen Stellen einer Umdrehung der Mikrometerschraube nicht allezeit derselbe ist, diese Schraube nicht gleichwinklicht ist; allein, eben durch die Unterschiede der Maße, die mit der Dicke der nämlichen Platten in den verschiedenen Stellen eines Umgangs correspondiren, können die Fehler derselben beinahe bestimmt werden. In Rücksicht einer größern Zuverlässigkeit bei dieser Untersuchung, damit die Wärme des Beobachters nicht während der Beobachtung auf die Stange oder das Instrument wirke, setze man alles in einen Kasten mit Wasser, worin man es eine geraume Zeit vorher stehen lasse, ehe die Beobachtung angefangen wird, um die nämliche Temperatur als die Luft hat, anzunehmen, welches auch in allen andern Fällen geschehen muß.

Beschreibung des neuen Pyrometers des Herrn John Smeaton. *)

Taf. V. Fig. 1. ABCD ist die Hauptstange oder die Basis des Instruments.

EF ist die Stange, welche gemessen werden soll, die innerhalb zwei Absätzen liegt, deren einer an dem aufrecht stehenden Pfeiler AB, der andere an dem Haupthebel HI befestiget ist. Das Ende E der Stange EF drückt gegen das Ende von G, einer Schraube, welche zur Untersuchung der Mikrometerschraube dienet.

Das andre Ende F dieser Stange stößt gegen ein sphärisch erhabenes Stück von hartem Metall, das in der nämlichen Höhe mit G am Haupthebel HI befestiget ist.

K ist eine Welle, welche in der Basis befestiget ist, und mit ihren Zapfen in den Spitzen der Schraube H, L inne liegt, um welche dann der Hebel HL sich dreht, und solchemnach demselben als Ruhepunkt dient.

O ist eine schwache Feder, welche den Hebel gegen die Stange drückt, und P ein Arm, um zu verhindern, daß der Hebel nicht vorwärts fallen könne, wenn die Stange herausgenommen wird.

N ist der Fühler, der ohngefähr die Gestalt des umgekehrten Buchstabens T hat; er ist auf- und abwärts um die Spitzen der Schrauben I, M beweglich, welche

*) Ich habe dieses Instrument in meiner Sammlung ausführlich beschrieben. Ein andres von Berthoud findet man im Uhrmacher. Man hat noch verschiedene Arten, deren ich in meiner Sammlung von Instrumenten zur Zeit näher erwähnen werde. G.

so wie L, H solchergestalt eingerichtet sind, daß sie eine freie Bewegung gestatten, ohne zu erschüttern.

R ist der Handgriff des Fühlers, der sich um ein lockeres Gewinde bei R bewegt, so daß, wenn man den Knopf anfaßt, der Fühler sich auf- und abwärts bewegt, ohne daß der unregelmäßige Druck der Hand den geringsten Einfluß auf ihn hat.

Das Ende S des Fühlers hat gleichfalls einen vorragenden Knopf von einem harten Metalle, um dessen Berührung mit dem Ende der Mikrometerschraube desto vollkommner zu machen.

T ist die Mikrometerschraube,

V die eingetheilte Zeigerplatte, und

W ein Knopf als Handgriff.

Die Mikrometerschraube geht durch zwei fest stehende Schraubenlöcher oder Schraubenmuttern bei D und Y.

Der Theil YZ ist so gemacht, daß er in etwas wie eine Feder wirkt, die Schraube von der Oeffnung bei D zurückzieht, so daß auf diese Art die Mikrometerschraube beständig gegen ihre Gänge in der nämlichen Richtung drückt, wodurch folglich ihre Bewegung vollkommen sicher und sanft erhalten wird.

X ist der Zeiger, der mit Theilungen versehen ist, die den Umdrehungen der Schraube entsprechen. Dieser Theil bemerkt die Theilungen auf der Platte, so wie die Oberfläche der Platte die Theilungen auf dem Zeiger abschneidet.

Wenn das Instrument gebraucht wird, so fasse man den Knopf des Fühlers mit der einen Hand, und bewege während dem der Fühler sich auf- und abwärts bewegt, mit der andern Hand die Schraube T vorwärts, bis ihr Ende mit dem Fühler in Berührung kommt; vermittelst der Platte V und dem Zeiger X werden denn solchemnach die Gänge und Theile der Umgänge bemerkt.

Fig. 2. stellt das Instrument vor, wie es in dem Wasserkasten steht, und zum Gebrauche eingerichtet ist.

AB ist die Cisterne, C der Deckel, welcher, wenn das Instrument auf Unterlagen gesetzt worden, zwischen der Stange EF und der Basis BC Fig. 1. bleibt.

D ist ein Handgriff, um den Deckel abzuheben, wenn er heiß ist.

E ist ein Queckſilberthermometer, dessen Kugel sich im Wasser befindet.

F ist ein Hahn zum Abzapfen des Wassers.

GH eine hohle Röhre von Zinn, welche sieben Weingeistlampen trägt, und vermittelst der Schrauben I und K höher oder tiefer gestellt werden kann, um dem Wasser den erforderlichen Grad von Wärme mitzutheilen, die vermittelst des Thermometers E sich ergiebt.

Tafel für die Ausdehnung der Metalle,

welche zeigt, um wie viel ein Fuß lang von jedem sich bei einer Erhitzung, g eich 180 Grad des Fahrenh. Thermometers, oder dem Unterschiede zwischen dem Gefrier- und Siedpunkt des Wassers, verlängert, in Theilen ausgedruckt, deren Einheit dem 10,000sten Theil eines Zolls gleich ist.

1.	Weiße gläserne Barometerröhre	100
2.	Eisen-Spießglaskönig	130
3.	Gezogener Stahl	138
4.	Gehärteter Stahl	147
5.	Eisen	151
6.	Wismuth	167
7.	Gehämmertes Kupfer	204
8.	Ein Gemisch von acht Theilen Kupfer und einem Theile Zinn	218
9.	Gegossenes Messing	225
10.	Ein Gemisch von sechszehn Theilen Messing und einem Theil Zinn	229
11.	Messingdraht	232
12.	Spiegelmetall	232
13.	Zinkloth von zwei Theilen Blei und einem Theile Zink	247
14.	Feines Zinn	274
15.	Kornzinn	298
16.	Schnelloth von zwei Theilen Blei und einem Theile Zinn	301
17.	Ein Gemisch von acht Theilen Zink und einem Theile Zinn, zum Theil gehämmert	323
18.	Blei	344
19.	Zink	353
20.	Zink, gehämmert, und einen halben Zoll auf den Fuß gerechnet	373

Von der Kraft des Feuers, Metalle u. s. f. auszudehnen.

Wenn Sie einen Augenblick die große Last erwägen wollen, welche von einer Stange von Messing oder von Eisen in senkrechter Lage gehalten werden kann, ohne daß sich die Theile derselben trennen und von einander reißen, d. i. ohne die Kraft zu überwältigen, vermöge welcher sie zusammenhängen; so können Sie sich einigermaßen einen Begriff von der großen Kraft des Feuers bilden, welches die Textur des Eisens und Messings so weit erschlaffen und aus einander treiben kann, daß die Theile desselben bloß allein vermöge der Kraft der Schwere von einander weichen. Um diese Kraft anschaulich zu machen, erfand Herr Jones dieses Instrument (Taf. V. Fig. 3.), welches aus verschiedenen mit einander verbundenen stählernen Stäben besteht, wo mittelst eines schwachen Stabes von Tannenholz der von einem Hebel von der dritten Art beschriebene Raum vermehrt, und sichtbarer gemacht wird: die Bewegung des kurzen Arms ist zu dem von dem langen Arme beschriebenen Raume, oder zur Bewegung desselben wie 1 zu 100, so daß fünf Pfunde am Ende des langen Arms die Stange am Ende des kurzen Arms mit einer Kraft drücken werden, die einer Last von 500 Pfund gleich ist. Ich will jetzt eine Last von fünf Pfund auf das Ende des langen Arms setzen, und die Flamme dieses Pfenniglichtes gegen die Stange richten, welche auf das Ende des kürzern Arms wirkt: mittelst der Bewegung des Zeigers sehen Sie jetzt deutlich, daß die ausdehnende Kraft des Feuers in diesem kleinen Bezirke gleich 500 Pfund ist, und es ist kein Zweifel, daß die Flamme dieses Lichts mit eben der Leichtigkeit eine Last von 5000 Pfund überwältigen würde, wenn die Theile des Instruments die erforderliche Stärke zu einem solchen Versuche besäßen.

Flüssigkeiten werden durch das Feuer eben sowohl wie feste Körper ausgedehnt. Die zu Thermometern angewendeten geben uns hiervon einen hinreichenden Beweis, da die Wärme allein die darin enthaltene Flüssigkeit heben kann, indem sie das Volumen derselben ausdehnt und vergrößert. Die Beschaffenheit und besondere Einrichtung der Thermometer werde ich in der folgenden Vorlesung umständlich zu erklären suchen. Flüssigkeiten dehnen sich mehr oder weniger, früher oder langsamer aus, je nachdem ihre Natur beschaffen ist.

Um Ihnen einen anschaulichen Beweis dieser ausdehnenden Kraft zu geben, nehme ich hier diese gläserne Kugel, und fülle sie mit Wasser bis zu dem ersten Merkmale an der langen Röhre, an welche diese Kugel angeblasen worden; ich will sie jetzt in ein Gefäß mit heißem Wasser tauchen, und Sie sehen, wie das Wasser in der Röhre aufwärts steigt, und so zu steigen fortfährt, als die Wärme des Wasser vermehrt wird; oder wenn Sie dieselbe aus dem Wasser nehmen, und dem Feuer allmählich nähern, so werden Sie gleichfalls finden, daß es sich in dem Verhältnisse mehr und mehr ausdehnt, als Sie dieselbe dem Feuer näher bringen. Nehmen Sie dieselbe aber vom Feuer weg, so fällt das Wasser wieder: ein deutlicher Beweis, daß das Feuer das Wasser ausdehnt, so daß es einen größern Raum einnimmt, wenn es heiß, als wenn es kalt ist.

Es scheint, daß Flüssigkeiten von der geringsten Dichtigkeit bei einerlei Grad von Wärme sich am meisten ausdehnen: so dehnt sich entzündbare Luft bei einerlei Grade von Wärme mehr aus als gemeine Luft, gemeine Luft mehr als Weingeist, Weingeist mehr als Leinöl, Leinöl mehr als Wasser, und Wasser mehr als Quecksilber. Allein um den Zeitraum zu bestimmen, der für jede Flüssig-

keit erforderlich ist, um den größten Grad der Verdünnung zu erreichen, deren sie fähig ist, hat man noch bisher kein Gesetz ausfindig machen können, was uns darin leite. So bedarf Queckfilber, ob es schon dichter als Wasser ist, weniger Zeit, indeß wieder Wasser mehr Zeit bedarf als Weingeist, welcher eine geringere Dichtigkeit besitzt, und doch erfordert Wasser, welches dichter als Leinöl ist, weniger Zeit, um seinen größten Grad der Verdünnung zu erreichen. Diese Abweichungen hängen von Ursachen ab, welche noch nicht bekannt sind. Die Herren Bucquet und Lavoisier haben viele Versuche über die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch Wärme, und ihr Verhältniß angestellt, ohne jedoch die Ursachen dieser sonderbaren Verschiedenheit zu entdecken. Sie haben uns daher bloß die Resultate ihrer Versuche mitgetheilt, ohne daraus die geringste Folgerung zu ziehen.

Von dem Zusammenhange. (Cohäsion.)

Es wird hier nöthig seyn, die Meinungen eines neuern Physiker über Cohärenz anzuführen; sie gründen sich auf eigene Versuche über diesen Gegenstand, und eröffnen ein Feld, worin durch fortgesetzte Versuche Entdeckungen gemacht werden können, die ein großes Licht über jede Erscheinung in der Natur verbreiten dürften, wiewohl sie der angenommenen Meinung von der Anziehung als Ursache der Cohärenz gerade entgegen laufen. Die Versuche, welche gewöhnlicher Weise zu Unterstützung der Anziehung zu Hülfe genommen worden sind, müssen aufgegeben werden, da sie mit den zu untersuchenden Grundsätzen in gar keiner Verbindung stehen, sondern allein zur Klasse der hydrostatischen Erscheinungen, keineswegs aber zu derjenigen

immaterieller Eigenschaften gehören, die sich vermittelst der Theilchen der Körper selbst äußern. *)

Man kann es sich kaum erklären, wie die Anziehung als Ursache des Zusammenhanges von denjenigen hat angenommen werden können, welche Versuche zur Grundlage aller Physik annahmen. Daß es Kräfte giebt, wodurch ein Zusammenhang bewirkt wird, wird niemand leugnen; allein Cohäsion ist kein hinreichend allgemeiner Grundsatz, um in die Physik als eine Ursache aufgenommen werden zu können, deren Wirkungen sich berechnen lassen; auch kann er keineswegs so vollkommen eingesehen werden, als es ein Grundsatz seyn muß.

Allgemeine Beobachtung und Thatsachen können jederzeit tausend kleinen kritischen Versuchen entgegengesetzt werden. Sie wissen, daß die Natur mit dem Elemente des Feuers versehen ist, ein materielles Wesen von hinreichender Kraft und Feinheit, um die stärksten Wirkungen zu überwältigen und aufzuheben, die man dem Zusammenhange zuschreibt: und da Sie gleichfalls wissen, daß es die Absicht des Schöpfers war, lieber aufzubauen, als niederzureißen und zu zerstören, mehr eine ordnungsvolle Bildung der Körper zu befördern, als ihre Auflösung zu bewirken, so werden Sie dadurch leicht bewogen, anzunehmen, daß das nämliche Wirkungsmittel, zufolge der verschiednen Bedingungen und Umstände, unter denen es wirkt, bald das eine, bald das andre hervorbringt.

Die Luft z. B. wenn sie im Sturm herumgetrieben wird, wird Eichen mit den Wurzeln auszuheben im Stande seyn; allein hilft die nämliche Luft nicht zu gleicher Zeit dem Wachsthume der Eiche und aller andern Bäume

*) Jone's physiol. disquisitions.

auf? Nährt sie nicht mehr, und erhält mehr, als sie zerstört? Das Feuer hat auf ähnliche Art verschiedene Wirkungsarten. Daß es das große allgemeine Auflösungsmittel der Natur ist, werden wohl wenige läugnen können, und daß es sowohl verbinde, als trenne, kann nicht bezweifelt werden.

Wir wollen es jetzt einen Augenblick als ein Auflösungsmittel betrachten. Die Theilchen des Quecksilbers scheinen vermöge ihrer kugelähnlichen Gestalt mit einer starken Attraction begabt zu seyn; allein sie werden sogleich aufhören mit einander zusammen zu hängen und sich trennen, um in Dampf aufzusteigen, sobald das Quecksilber zu einem Grade erwärmt wird, der den des kochenden Wassers wenig übersteigt. Die Wirksamkeit des Feuers hebt auf gleiche Art den Zusammenhang des Wassers auf; ein größerer Grad trennt die Verbindung seiner Theile, und hebt es als Dampf in die Höhe. Alle andere Substanzen, feste oder flüssige, sind einer Trennung ihrer Theile unterworfen, sobald sie dem Feuer ausgesetzt werden: die härtesten Metalle, so dicht auch ihre Theile mit einander verbunden sind, werden leicht getrennt, und durch die Hitze eines Schmelzofens flüssig gemacht. Wenn die Natur von ihrem Schöpfer mit einem Elemente von solcher Kraft und Wirksamkeit versehen wurde, daß es im Stande ist, den stärksten Zusammenhang zu überwältigen, so muß sie auch ein Wirkungsmittel besitzen, das hinreichend vermögend ist, ihn zu verursachen; kann sie das größere bewirken, so muß dieß gewiß auch beim geringern der Fall seyn. Das Feuer, wenn es unter einem gewissen Grade wirkt, verwandelt das Wasser in einen festen Körper, und macht es zu Eis; wirkt es über diesem Grade, so erhält es dasselbe flüssig; und unter einem höhern Grade erfolgt eine gänzliche Trennung der Theile, so daß die Wirkungen in jedem Falle der Wirksamkeit und Beschaffenheit eines

materiellen Wirkungsmittels entsprechen. Zwei Stücken Metall können niemals so vereiniget werden, daß sie die den Metallen eigne Zähigkeit oder Cohäsion besitzen, als nur vermöge der Wirkung des Feuers. Sehen Sie nun, daß die Wirkungen sich so oft verändern, als eine Veränderung in dem Elemente des Feuers Statt findet, so werden Sie auch nothwendig vermöge aller Regeln der Vernunft und Physik angetrieben werden, dieses Element als die unmittelbare Ursache dieser Wirkungen anzusehen, und es dafür anzunehmen, bis es als unangemessen bewiesen worden ist.

Der Zusammenhang der Körper mittelst der Wirkung dieser Flüssigkeit kann durch einige ähnliche Wirkungen erläutert und bestätiget werden. Hier ist ein Schließhahn, der an dem Halse einer Blase fest gemacht worden ist, um ihn auf den Teller unsrer Luftpumpe aufzuschrauben; wir wollen dieses thun, und die Luft aus der Blase pumpen: ist dieß geschehen, so drehe man nunmehr den Schließhahn, um zu verhindern, daß keine Luft wieder eindringen kann; wir wollen sie jetzt von der Pumpe wegnehmen, und die Blase ist, wie Sie in einer der vorhergehenden Vorlesungen gesehen haben, in zwei flach auf einander liegende Häute verwandelt worden, die so fest auf einander liegen, daß Sie dieselben mit aller Kraft, die Sie anzuwenden vermögend sind, nicht von einander zu trennen im Stande sind: füllen Sie hingegen die Blase mit Luft, und wenden den Schließhahn, um zu verhindern, daß keine Luft wieder herausgehen könne, so werden Sie es eben so schwer finden, die Seiten an einander zu bringen, (wenn die Blase nicht etwa während dem Versuche zerreißen sollte) als es vorher schwer war, sie von einander zu trennen. Angenommen nun, daß jemand bei diesem Versuche gegenwärtig wäre, der keinen Begriff von dem Drucke der Atmosphäre hätte, wie es der Fall

bei Ihnen war, ehe ich Ihnen diese Vorlesungen gehalten hatte, was würde er gesagt haben, wenn er es unmöglich fände, die Seiten der Blase von einander zu trennen. Wären ihm die physikalischen Kunstwörter bekannt, so würde er sagen, daß die Natur den leeren Raum verabscheue, oder er würde es als einen unläugbaren Beweis von Anziehung ansehen. Wenn die Blase aufgeblasen wäre, angenommen daß er noch mit der Flüssigkeit innerhalb derselben unbekannt sey, so würde er wahrscheinlich sagen, daß die Seiten einander zurückstoßen oder daß sie elastisch wären; indem er so der dichten Materie der Haut die Elastizität zuschreibt, welche die Eigenschaft des dichten Medium innerhalb derselben ist. Sie werden sich hierbei unsrer Versuche mit den Magdeburgischen Halbkugeln erinnern: Sie wissen, daß wenn die Luft innerhalb ausgepumpt wird, der größere Druck von außen die Halbkugeln fest zusammenhält, und daß, so wie man Luft wieder einläßt, sie unmittelbar von selbst aus einander fallen. Da jede Flüssigkeit sich von selbst im Gleichgewichte zu erhalten sucht, so wird die Luft, wenn sie gegen die innere sowohl als gegen die äußere Oberfläche freien Zutritt hat, mit gleichen und entgegengesetzten Kräften drücken, wodurch natürlicherweise eine die andere aufhebt.

Da der Zutritt der Luft durch die Wiederherstellung des Gleichgewichts das feste Aneinanderschließen beider Halbkugeln aufhebt, so sieht man hieraus, daß vorher kein Gleichgewicht Statt fand; die Wirkung von innen mußte schwächer gewesen seyn, als die Wirkung von außen: wird erstere der letztern gleichgemacht, so hört der Zusammenhang auf; es ist folglich eine und die nämliche Flüssigkeit, die in diesem Falle die Halbkugeln sowohl mit einander vereiniget, als sie von einander trennt.

Wir wollen nun von den Oberflächen der Halbkugeln zu dem Zusammenhange des Metalles selbst übergehen. Wenn dieses in den Schmelzofen geworfen wird, fängt es bald an roth zu glühen, und so wie die Hitze sich vermehrt, wird es einigermaßen durchsichtig: die Materie des Feuers dringt innerhalb des Metalls ein, und wenn das Medium innerhalb beinahe von gleicher Beschaffenheit ist, wie das Medium außerhalb, so hört aller Zusammenhang vollkommen auf.

Eine Wirkung, welche solchergestalt mechanisch aufgehoben wird, muß auf gleiche Art hervorgebracht werden können, und wenn der Zutritt und die Entwickelung des Feuers die Theile des Metalls auflöset und trennt, warum sollte nicht der Druck des nämlichen Elements die wahre Ursache seines Zusammenhanges seyn; denn, wenn das Feuer innerhalb sich selbst zugleich mit den Theilchen des Metalls verbindet, hat es weniger Gewalt, gegen diesen äußern Druck zu wirken. Nimmt man den Druck der Luft nicht an, so muß man nothwendig zur Anziehung, oder zum Saugen, oder zu irgend einem andern unkörperlichen Wirkungsmittel seine Zuflucht nehmen, um sich das feste Zusammenhängen der Halbkugeln zu erklären. Nimmt man nun aber das Daseyn und den Druck des elementarischen Feuers an, dessen Wirklichkeit von allen denen Sinnen erkannt wird, durch welche die Luft erkannt wurde, so hat man nicht nöthig, zu irgend sonst etwas seine Zuflucht zu nehmen, um sich das Zusammenhängen des Metalls zu erklären. Wenn irgend ein Physiker nur ein einziges Beispiel von einem zusammenhängenden Körper anführen kann, wodurch er zu beweisen im Stande ist, daß der innere und äußere Druck in jeder Rücksicht gleich sey, so wollen wir ihm in diesem Falle zugestehen, daß Anziehung die Ursache davon sey, und frei bekennen, daß diese Wirkung auf keine physische

Art zuwege gebracht wird; daß wir also von der Ursache seines Zusammenhängens so viel verstehen, als mit diesem Worte ausgedrückt wird, welches gerade gar nichts ist.

Die Wirkungen der Wärme und Kälte, wie sie sich täglich auf unsre Sinne bei den gewöhnlichen Veränderungen der Witterung äußern, sind hinreichend, um die vorhergehenden Folgerungen zu rechtfertigen. Wenn die Witterung warm wird, so wird die Kraft des Zusammenhanges schwächer: wird hingegen die Witterung kalt, so wird diese Kraft verstärkt, und die härtesten Metalle werden, so wie alle übrige Körper, verhältnißmäßig in ihren Dimensionen verändert. Die äußerste Hitze wird sie trennen, die äußerste Kälte hingegen wird sie erhärten, und brüchig machen, so daß selbst starke eiserne Stangen leicht zerbrochen werden können, nachdem sie Nächte durch in der freien Luft einer strengen Kälte ausgesetzt worden sind. Eine Kraft von so schwankender Beschaffenheit, die zugleich bei jeder Veränderung der Elemente so sehr vermehrt oder vermindert wird, kann keinesweges eine Eigenschaft der zusammenhängenden Materie seyn. Wenn wir sehen, daß die Veränderungen der Atmosphäre die Barometerhöhen verändern, wer kann noch zweifeln, daß der Druck der Luft die einzige und angemessene Ursache von ihrem Stande ist? Da nun, wenn die Luft ganz von der Oberfläche des Behälters weggenommen wird, das Quecksilber zu Einer ebnen Fläche herabfällt, so müssen wir auch, weil die Grade der Dichtigkeit in einem zusammenhängenden Körper sich nach den Graden der Wärme verändern, in dem Elemente des Feuers die wahre und physische Ursache des Zusammenhanges suchen.

Alles zeigt, daß Cohäsion mit demjenigen übereinkommt, was wir als wirkend uns denken, wenn ein Kör-

per in seinem Volumen dadurch vermindert wird, daß er seine Kraft, sich auszudehnen, verliert: sie ist eine Kraft, welche jederzeit, was diese Wirkung anlangt, unterliegt, wenn die entgegengesetzte Kraft, oder diejenige der Ausdehnung vermehrt wird.

Die Wirkungsart des Feuers verändert sich nach den verschiedenen Umständen, unter denen man es wirksam findet. Wenn es der Wirkung jener gravitirenden Materie, vermöge welcher die Theile des Körpers sich zu nähern streben, widersteht, wird die Wirkung der entgegengesetzten Materie Wärme genennt, und unterscheidet sich dadurch, daß sie ausdehnt; wenn daher das Volumen in gewissen Fällen vermehrt wird, so ist die Ausdehnungswärme die eigene Kraft, wodurch diese Veränderung bewirkt wird; allein, wenn das Volumen eines Körpers im Gegentheil vermittelst des Einflusses eines andern Körpers, welcher kalt ist, vermindert wird, so wird alsdann die eigenthümliche Wirkung der Wärme in dem verdichteten Körper eben so sehr überwältiget, als die Wirkung der Gravitation in jenem überwältigt, und dadurch der Körper ausgedehnt wurde.

Natürliche Körper können daher angesehen werden, als ob eine Kraft auf sie Einfluß habe, die auf zwei verschiedene Arten wirkt: einmal, indem das Volumen des Körpers vermindert, sodann aber, indem dieses Volumen durch Ausdehnung vermehrt wird. Die Gränze der Ausdehnung eines Körpers bestehet demnach in dem gehörigen Gleichgewichte dieser einander entgegen wirkenden Kräfte.

So wie daher das bestimmte Volumen eines Körpers (welches keineswegs absolut oder wirklich, sondern nur scheinbar ist) von dem Gleichgewicht seiner Kräfte entspringt, so werden die wirklichen und wahrgenommenen

Veränderungen in dem Volumen eines Körpers durch das Uebergewicht einer oder der andern dieser Kräfte verursacht, je nachdem Vermehrung oder Verminderung die Wirkung davon ist; solchemnach ist es in dem einen Falle die ausdehnende Kraft des Feuers, welche sich offenbaret, in dem andern hingegen ist es die komprimirende Wirkung der Gravitation, die als die unmittelbare Ursache angesehen werden muß, obschon die entferntere die Abwesenheit des Feuers (oder jenes Aufhören seiner Wirkung als Wärme) ist, oder, in der gemeinen Sprache, die Wirkung der Kälte.

Feuer, wenn es als Wärme wirkt, ist eine Kraft, welche dem Princip der Gravitation, wodurch die Vereinigung der Materie bewirkt wird, gerade entgegen wirkt. Durch diese Grundkräfte wird also das Volumen der Körper bestimmt, und folglich unterhalten.

Aus ihnen entspringt jene Kraft, durch welche Elastizität hervorgebracht wird. Jede äußere Kraft, welche einen Körper in ein kleineres Volumen zusammen zu drükken sucht, stimmt mit der Wirkung der Gravitation überein, und widersteht der Wirkung der Wärme: wenn daher, nachdem das Volumen des Körpers durch Zusammendrückung vermindert worden ist, die äußere Kraft wegfällt, so muß, da die eigenen Kräfte des Körpers bleiben, Elastizität zum Vorschein kommen, wodurch das natürliche Volumen des Körpers wieder hergestellt wird.

Siebente Vorlesung.

Von dem Feuer.

Wärme und Kälte sind Empfindungen; wir erhalten also die Begriffe derselben vermittelst der Sinne: eigentlich genommen zeigen diese Begriffe bloß einen gewissen Zustand an, in welchem wir uns unabhängig von jedem äußerlichen Gegenstande befinden.

Allein, da diese Empfindungen größtentheils von einigen der Körper hervorgebracht werden, welche uns umgeben, und da sie allgemein in den Körpern mit einer Vermehrung oder Verminderung des Feuers vergesellschaftet sind, so betrachten wir sie als die Ursachen, und nennen, indem wir nach dem äußern Scheine urtheilen, die Substanzen selbst, nämlich diejenigen, welche in uns die Empfindung der Wärme erwecken, warm, und diejenigen kalt, welche uns eine Empfindung der Kälte mittheilen. Welches nun aber auch die Natur dieser Eigenschaft in Körpern sey, welche wir warm nennen, so sind wir doch versichert, daß sie der Empfindung der Wärme nicht ähnlich ist: denn es ist nicht weniger abgeschmackt, eine Aehnlichkeit zwischen der Empfindung und der Eigenschaft anzunehmen, als es seyn würde anzunehmen, daß die Schmerzen des Podagra einem Quadrate oder einem Triangel ähnlich wären. Selbst der unwissendste Mann, wenn er nur gemeinen Menschenverstand hat, wird nicht glauben, daß die Empfindung der Wärme, oder irgend

etwas, was dem ähnlich ist, in dem Feuer sich befinde; er glaubt bloß, daß etwas in dem Feuer sich befinde, welches diese Empfindung verursache: allein, da der Name öfterer dieses unbekannte Etwas andeutet, als die Empfindung, welche dadurch verursacht wird, so lacht er billig über den Physiker, welcher leugnet, daß irgend eine Wärme in dem Feuer sich befinde. Der Widerspruch indessen zwischen dem Physiker und dem gemeinen Manne ist mehr scheinbar als wahr, und kommt von dem Mißbrauche der Sprache von Seiten des Physiker, und von den unbestimmten Begriffen von Seiten des gemeinen Mannes. Der Physiker sagt, es sei keine Wärme in dem Feuer, und versteht darunter, daß das Feuer selbst nicht die Empfindung der Wärme sey: seine Meinung ist richtig, nur seine Sprache und der Ausdruck ist unschicklich; denn es giebt in der That eine Eigenschaft in dem Feuer, welche sehr schicklich Wärme genannt wird, ein Name, der ihr häufiger sowohl von dem Physiker als von dem gemeinen Manne beigelegt wird, als der Empfindung der Wärme: und wenn er sich erklärt, und sagt, daß Feuer nicht Wärme fühle, so hört die Schwierigkeit auf, und der gemeine Mann wird mit ihm vollkommen übereinstimmen.

Ferner bezeichnen Wärme und Kälte sowohl unsre Empfindungen, als die Modifikationen der Körper, die sie verursachen: daher, ob wir schon sagen, das Feuer sey heiß, und mache uns heiß, so verstehen wir doch nicht die nämliche Sache unter dem nämlichen Worte in beiden Fällen: z. B. wenn wir vom Feuer reden, welches Metalle schmelzt, oder brennbare Dinge vermöge der großen Hitze desselben anzündet, so verstehen wir diejenige Eigenschaft, die es besitzt, um die Veränderung zu bewirken, die wir an diesen Körpern wahrnehmen, und dieß nennen wir Hitze, zufolge seiner uns bekannten Wirkung auf unsern

Körper, indem es Blasen auf unserm Fleische erhebt, und Narben brennt, wenn wir uns ihm allzu sehr nähern. Diejenigen also, die uns eines Fehlers beschuldigen dürften, wenn wir unbelebten Körpern Wärme u. s. f. beimessen, verfahren zu eilig; denn unter solchen Ausdrücken verstehen wir keinesweges die Empfindungen, sondern die Eigenschaften, die jene Empfindungen erwekken, welche Eigenschaften doch in der That den Körpern zugehören. So kann man auch ohne alles Bedenken sagen, der Schnee ist weiß, das Feuer heiß, das Eis kalt, die Rose wohlriechend, der Mohn stinkend, Wermuth bitter u. s. f. ohne befürchten zu dürfen, dadurch gegen die Sprache, oder gesunde Philosophie zu verstoßen.

Unsre Empfindungen hängen nicht bloß von den Substanzen ab, welche sie erwecken, sondern auch von dem wirklichen Zustande unsrer Körper zu jener Zeit; wir können daher die genaue Identität oder Einerleiheit der Ursache nicht aus der Identität oder vollkommnen Gleichheit der Empfindungen folgern, wir müßten denn versichert seyn, daß unsre Körper sich in einerlei Zustande befänden: sind sie dieß aber nicht, so wird der nämliche Gegenstand sehr verschiedene Empfindungen bewirken: z. B. wenn Sie Ihre Hand in lauwarmes Wasser tauchen, so wird es scheinen, daß das Wasser kalt sei, wenn Ihre Hand warm ist; ist hingegen aber Ihre Hand kalt, so wird der Fall gerade der umgekehrte seyn, und das Wasser wird Ihnen warm vorkommen, ob es schon in beiden Fällen einerlei Temperatur besitzt.

Von der empfindbaren Wärme.

Wärme und Kälte sind nicht Namen von wesentlich unter einander verschiedenen Dingen, sondern bloß von ver-

schiedenen Graden der nämlichen Sache, d. i. des Feuers in Bewegung. Die durchdringende Kraft des Feuers als eine Empfindung betrachtet, oder mit andern Worten, die empfindbare oder merkliche Wärme ist bloß die Wirkung, die auf unsre empfindende Organe durch die Bewegung oder den Uebergang des Feuers, während dem es aus den umgebenden Körpern sich entwickelt, hervorgebracht wird. Wenn Sie einen kalten Körper berühren, so geht das Feuer, welches sich jederzeit in ein Gleichgewicht in allen Körpern zu versetzen sucht, aus Ihrer Hand in den Körper über, den Sie berühren; dieser Verlust des Feuers erregt in uns die Empfindung der Kälte. Das Gegentheil erfolgt, wenn wir einen warmen Körper berühren; das Feuer, welches jetzt aus dem Körper in unsre Hand übergeht, erzeugt in uns die Empfindung der Wärme; sind die Hand und der berührte Körper von einerlei Temperatur, oder doch beinahe so, so bemerken wir keinen Eindruck von Wärme oder Kälte: unsre Empfindungen sind daher ein sehr unvollkommner und täuschender Maßstab der Wärme, und können folglich über den Zustand eines Körpers in Rücksicht der Wärme oder Kälte nichts Zuverlässiges bestimmen. Aus diesem Grunde haben auch die Physiker sich Mühe gegeben, irgend ein Verfahren ausfindig zu machen, um die Temperatur der Körper mit Sicherheit zu bestimmen, und dieses fanden sie in der Eigenschaft der Wärme, vermöge welcher alle Körper ausgedehnt, folglich von geringern Graden der Wärme, oder was wir Kälte nennen, zusammengezogen werden.

Von den Thermometern. *)

Das Thermometer Taf. V. Fig. 4., ein durch Wissenschaft erdachtes, und durch Kunst ausgeführtes Instrument, ist das weit umfassendste und genaueste Mittel zur Bestimmung der in Körpern verbreiteten Wärme. An ihm bemerkt man deutlich jede Ausdehnung auch durch eine nur geringe Menge Feuer, so wie gegentheils jede Verdichtung, die auf die Entweichung einer ähnlichen Menge von Feuer folgt. Wenn folglich dieses Instrument mit einzeln Körpern auf irgend eine Art in Verbindung gebracht wird, so lassen sich die verschiedenen oder gleichen Temperaturen dieser Körper durch dieses Thermometer entdecken, je nachdem es entweder die Mittheilung oder Beraubung der Wärme anzeigen wird, welche diese Körper verursachen. Oder mit andern Worten:

Thermometer sind Instrumente, den Grad der Wärme, der vermöge der Ausdehnung und Zusammenziehung verschiedener Substanzen erfolgt, zu messen. Insgemein sind es Flüssigkeiten, deren man sich dazu bedient, weil ihre Ausdehnung geschwinder erfolgt, als es bei festen Körpern der Fall ist. Unter diesen zieht man das Quecksilber besonders allen andern vor, 1) weil es keiner Veränderung ausgesetzt ist, 2) weil seine Ausdehnung regelmäßig erfolgt, 3) weil es die Röhren nicht trübe macht.

Ein Merkurialthermometer besteht, wie Sie sehen, aus einer gläsernen Röhre, an deren eines Ende eine Ku-

---

*) In Rücksicht der Thermometer verweise ich auf Lüc's, Luz's, u. a. Abhandlungen, welche besonders darüber so wie über Pyrometer geschrieben haben. G.

gel oder ein Zilinder angeblasen wird; die Kugel und ein Theil der Röhre wird mit Quecksilber gefüllt, und das Ausdehnen und Zusammenziehen des Quecksilbers zeigt sich vermöge des Steigens und Fallens des Quecksilbers in der Röhre, welches beides von einer Skale gemessen wird, die daran befestiget ist. Je geringer der Canal oder der Durchmesser der Röhre ist, desto merklicher ist das Steigen der Flüssigkeit selbst bei einer sehr geringen Ausdehnung. Indessen aber ist es noch keineswegs hinreichend, ein Maß der Wärme ausgefunden zu haben, es muß dieses auch universal seyn, d. i. einerlei Sprache reden, und an allen Orten, und zu allen Zeiten die nämlichen Begriffe erwecken. Zu dieser Absicht ist erforderlich, 1) daß dieses Maß von einem bekannten und bestimmten Punkte anfange, 2) daß noch ein andrer Punkt in irgend einem Abstande von dem erstern unwandelbar festgesetzt werde; 3) daß der Raum zwischen diesen zwei Punkten in eine gegebene Menge Grade getheilt werde, und so die Skale jederzeit ein bleibendes und bekanntes Verhältniß habe.

Durch zahlreiche Versuche ist völlig bewiesen worden, daß der Gefrierpunkt des Wassers, oder die Temperatur des Eises oder des Schnees im Augenblicke seiner Bildung, oder vielmehr im Augenblicke seines Schmelzens, an allen Orten und zu allen Zeiten beständig einerlei sey. Eben dieß ist der Fall beim Siedpunkte des Wassers, oder der Temperatur, bei welcher unter einem gegebenen Drucke der Atmosphäre ein Aufwallen Statt findet. Wenn daher die Kugel eines Thermometers in schmelzenden Schnee, und nachher in kochendes Wasser getauchet, und in jedem so lange gehalten wird, bis sie ihre Temperatur angenommen, und man Merkmale bei den verschiedenen Höhen gemacht hat, unter denen das Quecksilber bei dem Eintauchen in jeder Temperatur gestanden, so werden auf diese

Art zwei feste Punkte erhalten. Um dieß anschaulicher zu machen, legen Sie die Kugel eines Quecksilber-Thermometers in schmelzenden Schnee. Hier wird es bis zu einem gewissen Punkte fallen, auf dem es bleibt, bis der Schnee ganz geschmolzen ist, ein Beweis, daß der Schnee jederzeit einen gewissen Grad von Kälte habe, und das Vermögen besitze, das Quecksilber bis zu einerlei Grad zusammen zu ziehen. Auf eben diese Art wird das Thermometer, wenn Sie es in kochendes Wasser tauchen, zu einerlei Höhe steigen. So lange Sie einer vollkommnen Gesundheit genießen, wird ein Thermometer, wenn Sie dessen Kugel in den Mund nehmen, allezeit nur bis zu einem gewissen Punkte steigen.

Bei einem guten Thermometer ist es erforderlich, daß der Raum zwischen dem Quecksilber und dem zugeschmolzenen Ende der Röhre luftleer sey; ist dieß der Fall, so wird das Quecksilber in der Röhre beim Umkehren des Instruments vor- und rückwärts laufen. Die Skale muß nach den Ungleichheiten der Röhre eingerichtet, und die festen Punkte müssen genau berichtiget werden.

Die Thermometer, welche gegenwärtig besonders gebraucht werden, sind diejenigen des Fahrenheit, des Reaumür und des Celsius. Auf der Fahrenheitschen Skale beträgt die Anzahl der Grade zwischen dem Gefrierpunkte und dem Siedpunkte 180, der Gefrierpunkt ist 32°, und der Siedpunkt 212°, beide Zahlen steigen von Null auf, oder dem Punkt, von welchem aus die Grade in beiden Fällen gezählt werden. Auf Reaumürs Skale ist die Anzahl der Grade zwischen diesen zwei Punkten 80, und der Gefrierpunkt heißt 0. An dem Thermometer des Celsius wird dieser Zwischenraum in 100 Theile getheilt, und der Gefrierpunkt ist 0, wie bei dem Reaumürschen. Diese Skalen mit einander verglei-

chen zu können, muß man wissen, daß ein Grad des Fahrenheitschen vier Neuntheilen eines Grades des Reaumürschen gleich sey, und fünf Neuntheilen eines Grades des Celsius'schen: wenn Sie daher die Anzahl der Grade unter oder über dem Gefrierpunkte des Fahrenheitschen durch 4 multipliciren, und sodann das Produkt durch 9 dividiren, so wird der Quotient die korrespondirende Zahl auf der Reaumürschen Skale geben. Wird zum Multiplikator 5, und zum Divisor 9 genommen, so giebt der Quotient die Grade nach des Celsius Skale: hingegen werden die Grade durch 9 multiplizirt, und durch 4 dividirt, wenn sie Reaumürisch sind, oder durch 5, wenn solche von des Celsius Skale genommen sind; der Quotient giebt dann die Grade nach Fahrenheit über oder unter dem Gefrierpunkte, je nachdem der Fall es mit sich bringt.

Die Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Queckfilber-Thermometers sind beinahe der Menge des Feuers verhältnißmäßig, welches einerlei homogenen Körpern mitgetheilt, oder ihnen entzogen wird, so lange als sie die nämliche Form behalten: so ist die Menge der Wärme, welche erforderlich ist, um einen Körper vier Grad in der Temperatur nach dem Thermometer zum Steigen zu bringen, beinahe doppelt diejenige, welche erforderlich ist, um ihn zwei Grade zu heben, und viermal diejenige, welche nöthig ist, um ihn einen Grad zu heben, und so nach Verhältniß.

Herr de Lüc hat die Uebereinstimmung zwischen den Graden des Thermometers, und die wirklichen Veränderungen der Wärme der Flüssigkeiten genau ausgemittelt, und als Grundsatz angenommen: daß, wenn gleiche Mengen von warmen und kalten Wasser mit einander gemischt werden, der

Unterschied der Wärme zwischen beiden gleich vertheilt seyn werde. Hieraus wurde gefolgert, daß wenn ein Thermometer in heißes Wasser und so auch in kaltes Wasser vor der Vermischung derselben unter einander eingetaucht werde, es, wenn die Ausdehnungen in Verhältniß zu den Mengen des mitgetheilten Feuers stünden, nach der Vermischung das arithmetische Mittel zeigen würde, oder die halbe Differenz der einzelnen Wärmen, addirt zur geringern, oder subtrahiret von der größern. So zeigte, als z. B. eine Menge Wasser von 45. 5 Fahrenh. mit einer gleichen Menge von 200. 75 vermischt wurde, das Thermometer etwas weniger als das arithmetische Mittel: die Abweichung betrug aber nicht mehr als zwei Grade unter diesem Punkte. Dieser Versuch wurde bei verschiedenen Temperaturen gemacht, und man erhielt allezeit gleiche Resultate. Hieraus schloß Herr de Lüc, daß das Quecksilber-Thermometer ein sehr genaues und richtiges Maß der Wärme sey. Die Versuche, aus denen dieser Hauptgrundsatz hergeleitet ist, sind mit besonderer Sorgfalt und Genauigkeit von Dr. Crawford geprüfet worden, welcher jederzeit fand, daß die Ausdehnungen des Quecksilbers in dem Thermometer der Wärme entsprechend sind, die es aufnimmt, und daß es solchemnach ein vollkommen genaues Maß der Wärme sey.

Wenn das Thermometer steigt, so zeigt es an, daß Feuer in die ihn umgebenden Körper eindringt: das Thermometer, als einer derselben, nimmt seinen Antheil nach Verhältniß seiner Masse, und seiner Kapazität Feuer zu enthalten. Die Veränderung also, welche an dem Thermometer bemerkt wird, kündigt an, daß das in den es umgebenden Körpern, (wovon es selbst ein Theil ist) enthaltne Feuer in Thätigkeit ist, und wahrscheinlich seine Stelle verändert; es zeigt folglich den erhaltenen Antheil

an, allein es ist keineswegs das Maß der ganzen frei gewordenen, und durch die Körper vertheilten oder eingesogenen Menge. Wir können daher so wenig die aus lebendigen Körpern entwichnen Mengen Feuers, als die Temperatur irgend einer Substanz mit Genauigkeit bestimmen, denn die Skale des Thermometer ist nur ein Maßstab der Ausdehnung, keineswegs aber der Wärme selbst.

Da es wesentlich erforderlich ist, einen deutlichen Begriff zu haben, was eigentlich von dem Thermometer bestimmt wird, wollen wir annehmen, daß sich ein Thermometer in einem Gefäße voller Wasser befinde: nun enthalten sowohl das Wasser als das Thermometer Feuer, welches beide zu verlassen geneigt ist. Wäre diese Kraft in beiden gleich, so würde das Queckfilber beim Eintauchen des Instruments in das Wasser weder steigen noch fallen, weil das Feuer in beiden den nämlichen Grad der Ausdehnbarkeit hat; das Thermometer zeigt also vermöge seiner Skale den Grad der Temperatur der Flüssigkeit an.

Wenn die ausdehnende Kraft des Feuers in dem Wasser, oder dessen Geneigtheit, das Wasser zu verlassen, größer ist, als die Kraft des in dem Thermometer enthaltnen Feuers, so wird es in das Thermometer übergehen, und das Queckfilber ausdehnen, bis das Feuer in beiden einerlei Bestreben sich auszudehnen hat; so daß das Queckfilber in diesem Falle gleichfalls die Temperatur der Flüssigkeit anzeigen wird. Ist das Bestreben des Feuers in dem Wasser geringer als in dem Thermometer, so wird der Ueberschuß vom Thermometer dem Wasser mitgetheilt werden, bis beide im Gleichgewichte stehen; das Thermometer wird also fallen, so wie das Feuer es verläßt, und aufhören zu fallen, wenn die ausdehnende Kraft in bei-

den gleich geworden ist, so daß es auch in diesem Falle die Temperatur des Wassers anzeigt. *)

Allein diese ausdehnende Kraft des Feuers hängt von zwei Ursachen ab, nämlich von dem Grade seiner Anhäufung, oder der absoluten Dichtigkeit, und von dem Vermögen der Substanz, worin es angehäuft wird, es zurück zu halten oder zu fassen, welches oft ihre spezifische Wärme genennt wird: die Ausdehnbarkeit steht im geraden Verhältnisse der Dichtigkeit, und im umgekehrten Verhältnisse der spezifischen Wärme. Aus alle dem, was ich bisher hiervon gesagt habe, erhellet deutlich, daß die Thermometer nichts in Rücksicht der absoluten, oder selbst der relativen Menge des in Körpern enthaltnen Feuers bestimmen, sondern daß sie bloß den Uebergang oder die Vertheilung des Feuerstoffs anzeigen, und eine gewisse Portion der ganzen Wärmeskale in beinahe gleiche aliquote Theile unterabtheilen.

Von dem verborgenen Feuer, oder der spezifischen Wärme.

Wir wollen einen Punkt, oder Fokus annehmen, von welchem eine gleichförmige und stete Ergießung des Feuers ausgehe, und daß unter gleichen Abständen rund herum verschiedene Substanzen von einerlei Beschaffenheit und Größe hingestellt worden sind; alle diese werden nun vermöge der Ausströmung des Feuers durchdrungen werden, und ihre Temperatur wird bei gleichen Graden stei-

*) S. Pictet on fire.

gen, endlich aber zu steigen aufhören, wenn das Feuer innerhalb eine ausdehnende Kraft erreicht hat, die derjenigen des ausströmenden Feuers gleich ist. Allein wenn diese Substanzen, wiewohl von gleicher Masse und Schwere, von verschiedener Beschaffenheit sind, als z. B. ein Pfund Wasser, ein Pfund Glas, ein Pfund Quecksilber u. s. f. so wird das Feuer sie zwar alle durchdringen, und sie werden endlich alle einerlei Temperatur erhalten, allein in verschiedenen Zeiträumen, und unter ungleichen Graden. Dieß kann von zwei Ursachen herrühren, die nicht leicht von einander getrennt werden können: nämlich von der verschiedenen Durchdringbarkeit dieser Substanzen in Rücksicht der Materie des Feuers, oder von ihrem Vermögen, die Wärme zu leiten, welchem zufolge eine längere oder kürzere Zeit erforderlich ist, um durch ihre Textur zu dringen. Je größer nun ihr Vermögen ist, freie Wärme zu enthalten oder zurück zu halten, desto mehr werden sie eine Anhäufung desselben gestatten, ehe ein Gleichgewicht in der ausdehnenden Kraft Statt findet. Sie können also nicht folgern, daß dieses Gleichgewicht durch gleichförmige Anhäufungen des Feuers verursacht werde.

Wenn ein Hygrometer an verschiedene Substanzen, als Löschpapier, Schwamm und Holz, in dem Augenblick, als sie aus dem Wasser genommen worden, gehalten wird, so zeigt es uns, daß sie gleich naß sind, allein wie groß die Menge Wasser ist, die sie enthalten, darüber giebt es uns keinen Aufschluß: auf gleiche Art wird das Thermometer, das man an Substanzen angebracht hat, welche zu einerlei Wärmegrad erhitzt worden, zwar zeigen, daß das Feuer eine gleiche Ausdehnbarkeit in jedem habe: allein es sagt uns doch nichts in Absicht der absoluten oder relativen Menge des Feuers, welches dieses Streben erzeugt. Indessen können Sie die relative Menge des Wassers in den drei Substanzen erfahren, wenn sie solche bis

zu einerlei Grade in einem Apparate trocknen, der so eingerichtet worden, um das Wasser von jeder besonders zu sammeln. Eben so können Sie auch die relative Menge des Feuers erhalten, was verschiedene Substanzen besizzen, die zu einerlei Grade des Thermometers erwärmt worden sind, wenn Sie dieselben bis zu dem nämlichen Grade in einem Apparate abkühlen, der im Stande ist, die Menge des Feuers besonders anzunehmen und zu messen, welches sie verläßt, während dem sie abkühlen; dieß kann entweder vermittelst einer Mischung, oder vermöge des Apparats geschehen, welcher in dieser Rücksicht von den Herren Lavoisier und de la Place erfunden worden ist. Diese Folgerungen sowohl, als auch die Versuche, worauf sie sich gründen, sind zugleich überzeugende Beweise der Materialität des Feuers.

Feuer, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, so wie es sich in einer größern oder geringern Menge in Substanzen von verschiedener Beschaffenheit, aber von gleichen Massen anhäuft, und in denen es einerlei ausdehnende Kraft erhält, wird oft spezifische Wärme genannt: sie ist das Verhältniß der Mengen des Feuers, welche erfordert werden, verschiedene Substanzen von gleichen Massen zu einerlei Temperatur zu bringen.

Um die Menge des Feuers zu entdecken, welches sich in den Körpern befindet, erfanden die Herren Lavoisier und de la Place ein einfaches, aber auch zugleich sehr merkwürdiges Instrument, dem sie den Namen Kalorimeter gaben, oder Apparat, die relativen Mengen des in den Körpern enthaltenen Feuers zu bestimmen. Es beruhet auf folgenden Grundsätzen, 1) daß wenn ein Körper bis zum Gefrierpunkte abgekühlt wird, und sodann einer Atmosphäre von 88. 25 ausgesetzt wird, er nach und nach von der Oberfläche

einwärts erwärmt werden wird, bis er endlich einerlei Temperatur mit der umgebenden Luft erhält; 2) daß wenn ein Stück Eis den nämlichen Umständen ausgesetzt wird, alle jene Umstände ganz verschieden erscheinen; es nähert sich nämlich nicht in dem geringsten Grade der Temperatur der umgebenden Luft, sondern bleibt beständig auf 32° (oder bei der Temperatur des schmelzenden Eises), bis das letzte Stückchen Eis vollkommen geschmolzen ist: oder mit andern Worten: das Eis saugt alles Feuer, was ihm mitgetheilt wird, ein, ohne es auf andre Körper überzutragen, bis alles geschmolzen ist; so daß wir folglich die Grade der mitgetheilten Wärme nach der Menge des geschmolzenen Eises berechnen können.

Diese Erscheinung wird so erkläret. Um Eis zu schmelzen, oder es in Wasser zu verwandeln, muß es mit einem gewissen Antheile von Feuer verbunden werden: die ganze zuerst mitgetheilte Menge wird an der Oberfläche der äußern Schicht des Eises fixiret; diese schmelzt es, indem es sich damit verbindet, um es in Wasser zu verwandeln; die folgende Menge verbindet sich mit der zweiten Schicht, und verwandelt es zu Wasser u. s. f., bis alles Eis geschmolzen, und durch Verbindung mit Feuer zu Wasser verwandelt worden. Der lezte Atom des Eises behält also immer noch seine vorige Temperatur, weil das Feuer nie so weit dringt, so lange als noch (zwischen ihm und dem Feuer) ungeschmolznes Eis vorhanden ist.

Diesen Grundsätzen zufolge wird, wenn Sie sich eine hohle Eiskugel unter 32° vorstellen, die einer Atmosphäre von 54, 5° ausgesetzt sey, und eine Substanz unter irgend einem Grade der Temperatur über dem Gefrierpunkte enthalte, folgen: 1) daß die Wärme der äußern Atmosphäre nicht in die innere Höhle der Eiskugel

bringen könne; 2) daß die Wärme der darin befindlichen Substanz nicht außerhalb dringen könne, sondern daß sie an der innern Oberfläche gehalten, und beständig fort angewendet werde, die auf einander folgenden Schichten des Eises zu schmelzen, bis ihre Temperatur 32° geworden, nachdem alle ihre Wärme über dieser Temperatur in das Eis übergegangen ist; 3) wenn die Menge des Wassers innerhalb der Eiskugel während dem Versuche sorgfältig aufgefangen wird, so wird das Gewicht des Wassers in einem genauen Verhältnisse mit der Menge des Feuers stehen, welche der Körper verlor, indem er von seiner ursprünglichen Temperatur zu derjenigen des schmelzenden Eises übergieng. Es ist nämlich offenbar, daß eine doppelte Menge Feuer eine doppelte Menge Eis geschmolzen haben würde; und daß die Menge des geschmolzenen Eises ein genaues Maß der Menge des Feuers sey, was angewendet wurde, um die Wirkung hervorzubringen, mithin auch der Menge Feuer, die von der Substanz verloren worden, von der sie allein erhalten werden konnte. Vorhergehende Erklärungen sollten bloß dazu dienen, um deutlicher die Beschaffenheit der Versuche und den Apparat zu erklären, dessen sich Herr de la Place bedient hat, ein Apparat, der solchergestalt eingerichtet ist, 1) daß das Eis alles Feuer einsaugt, was von den zu untersuchenden Körpern sich frei macht; 2) daß das Eis gegen die Einwirkung jeder andern Substanz gesichert ist, welche das Schmelzen desselben befördern könnte; und endlich 3) daß genau alles Wasser gesammelt wird, welches sich während dem Schmelzen erzeugt.

Der Apparat besteht, wie Sie sehen, aus drei kreisförmigen Gefäßen, die beinahe in einander passen, Taf. IV. Fig. 12 und 13. so daß dadurch drei leere Räume erhalten werden. Der innere Raum entsteht vermöge eines eisernen Rostes auf Trägern von dem nämlichen Metalle;

hier ist es, wo die Körper, die dem Versuche unterworfen werden sollen, hingelegt werden. Der obere Theil dieser Höhle ist mit einem Deckel geschlossen: der mittlere Raum, welcher auf den vorhergehenden folgt, ist für das Eis bestimmt, welches den innern Raum umgiebt: dieses Eis liegt auf einem Roste, worauf ein Tuch gebreitet worden. Nach Verhältniß nun, als das Eis schmelzt, fließt das Wasser durch den Rost und durch das Tuch ab, und wird in einem Gefäße aufgefangen, welches unterhalb hingestellt worden ist. Endlich enthält der äußere Raum, oder die äußere Abtheilung des Apparats wieder Eis, das die Absicht hat, die Wirkung der äußern Wärme der Atmosphäre abzuhalten.

Um sich dieser Maschine zu bedienen, wird der mittlere oder zweite Raum mit zerstoßenem Eise gefüllt, so wie gleichfalls der Deckel der innern Kugel; das nämliche geschieht in Rücksicht des äußern Raums sowohl, als des allgemeinen oder Hauptdeckels der ganzen Maschine. Das innere Eis erhält einen Abzug, und hört es auf, Wasser zu geben, so wird der Deckel des innern Raums aufgehoben, um den Körper einzulegen, mit welchem der Versuch unternommen werden soll. Der Deckel wird sodann unmittelbar wieder aufgesetzt, und der ganze Apparat bleibt unberührt, bis der eingeschlossene Körper die Temperatur von 32° oder die Temperatur des gefrierenden Wassers angenommen hat, welches die gewöhnliche Temperatur der innern Kapazität ist. Die Menge des Wassers von dem geschmolzenen Eise wird alsdann gewogen, und kann für ein genaues Maß der Wärme angesehen werden, die sich aus dem Körper entwickelt hat, weil das Schmelzen des Eises nur allein die Wirkung dieser Wärme ist. Versuche dieser Art dauern 15, 18 bis 20 Stunden.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß bei dieser Maschine keine Verbindung zwischen dem mittlern oder zweiten und dem äußern Raume Statt hat.

Die Luft des Zimmers muß eigentlich nicht unter 32 seyn, weil außerdem das Eis einen Grad der Kälte annehmen würde, der unter dieser Temperatur wäre.

Da spezifische Wärme diejenige Menge ist, welche nothwendig erfordert wird, um Körper zu einerlei Zahl von Graden der Temperatur zu heben, so muß, wenn die spezifische Wärme eines festen Körpers verlangt wird, seine Temperatur bis zu einer gewissen Anzahl von Graden gehoben werden, in diesem Augenblicke muß er in die innere Kugel gelegt werden, und darin bleiben, bis dessen Temperatur auf 32° gebracht worden ist. Das Wasser wird alsdann gesammelt, und diese Menge durch das Produkt der Masse des Körpers dividirt, wo die Anzahl der Grade seiner ursprünglichen Temperatur über 32° der spezifischen Wärme desselben verhältnißmäßig seyn wird.

Flüssigkeiten werden in Gefäße geschlossen, deren Wärme vorher bestimmt worden ist. Uebrigens ist das Verfahren hierbei das nämliche wie bei festen Körpern, ausgenommen, daß von der Menge des erhaltenen Wassers die Menge des Wassers abgezogen werden muß, welches durch die Wärme des Gefäßes geschmolzen worden.

Um die Wärme zu bestimmen, welche sich während der Vereinigung verschiedener Substanzen frei gemacht hat, müssen sie sowohl als die Gefäße, die sie enthalten, auf 32° zurückgebracht werden; sie werden sodann in die innere Kugel gesetzt, und die Menge des gesammelten Wassers ist das Maß der frei gemachten Wärme.

Um die Wärme bei der Verbrennung und beim Athemholen zu bestimmen, muß, da die Erneuerung der

Luft bei diesen zwei Versuchen schlechterdings erforderlich ist, eine Gemeinschaft zwischen dem innern Theile der Kugel und der umgebenden Atmosphäre veranstaltet werden: und um Fehler zu vermeiden, müssen solche Versuche angestellt werden, wenn die Temperatur der Luft sehr wenig von dem Gefrierpunkt abweicht.

Für künstliche Luftarten muß ein Zug durch den innern Theil der Kugel angebracht werden, und zugleich müssen zwei Thermometer angewendet werden, eines da, wo sie eintritt, das andre, wo sie herausgeht. Durch Vergleichung der Temperaturen, welche von diesen beiden Instrumenten angezeigt werden, läßt sich von der eingesogenen Wärme urtheilen, und das geschmolzene Eis wird gemessen.

Verfahrungsarten, um große Grade von Wärme zu messen.

Da die Grade der Wärme bloß nach ihren Wirkungen geschätzt werden können, so wie flüssige Thermometer bloß bei Temperaturen gebraucht werden können, die unter dem Siedpunkte des Wassers sind, so hat man in der Folge verschiedene Instrumente ausgedacht, um die Wirkungen der Wärme vermöge derselben sicher bestimmen zu können. Einige derselben habe ich bereits angeführt: gegenwärtig will ich noch desjenigen erwähnen, welches von Herrn Wedgewood erfunden worden, um das Maß größerer Grade von Wärme zu bestimmen.

Die Substanz, deren er sich zu dieser Absicht bedient, besteht aus drei Theilen Thonerde und zwei Theilen Kieselerde, welche vollkommen gewaschen u. s. f. und als-

dann getrocknet werden. Dieses trockne Gemisch wird mit zwei Fünftheilen seines Gewichts Wasser angefeuchtet, und sodann in einzele Stücken gebildet, indem man es durch Löcher von gehörigen Dimensionen auf den Boden eines Gefäßes hindurchdrückt. Wenn diese Stücke trokken sind, werden sie dem Feuer ausgesetzt, und zeigen seine Stärke durch die Zusammenziehung ihrer Dimensionen, welche vermittelst zwei gerader Stücken Messing, die 24 Zoll lang, und in Zolle und Zehntheile eines Zolls eingetheilt worden, bestimmet werden: sie sind so an eine messingene Platte befestiget, daß sie sechs Zehntheile eines Zolls an dem einen Ende, und drei Zehntheile an dem andern Ende, von einander abgesondert stehen, so daß das eine Ende der Stücken, wenn es die gehörige Größe hat, genau das breitere Ende ausfüllt. Wird nun dieses Stück vermöge der Hitze um ein Fünftheil seines Volumens vermindert, so geht es durch eine Hälfte der Länge dieses Maßes; wird es aber um zwei Drittheile vermindert, so geht es fort bis zu dem schmahlern Ende, so daß bei jeder dazwischen sich ereignenden Zusammenziehung der Grad, bei welchem das Stück an die gegen einander sich neigenden Seiten anstößt, das Maß seiner Zusammenziehung geben wird; jede Theilung des Maßstabes beträgt $\frac{1}{600}$ Theil der Breite eines solchen Thonstücks.

Versuche mit diesem Thermometer.

	Grade
Gemeines Chinesisches Porcellain wird weich bei . . .	156
Ein hessischer Schmelztiegel schmolz in eine fliesartige Substanz bei . .	150
Gegossenes Eisen schmelzt . .	130

		Grade
Hitze einer gewöhnlichen Schmiede	.	125
Verglasung des Tafelglases	. .	124
Verglasung des Flintglases	.	114
Porcellain von Bow	verglaset bei .	121
Porcellain von Derby	verglaset bei .	112
Porcellain von Chelsea	verglaset bei .	105
Steingut verhärtet	. .	102
Schweishitze des Eisens	. .	95
Königsgut erhärtet	. .	86
Gold	schmolzen .	32
Silber	schmolzen .	28
Schwedisch Kupfer	schmolzen .	27
Messing	schmolzen .	21
Rothe Glühhitze am Tage sichtbar	.	0

Dr. Martine goß, um die Geschwindigkeit zu beobachten, mit welcher sich Körper erwärmen und abkühlen, eine gleiche Menge Quecksilber und Wasser in zwei verschiedene Flaschen, die genau verschlossen wurden, und fand, nachdem er sie in kochendes Wasser setzte, daß das Quecksilber die Wärme ungleich früher als das Wasser, und auch in größerer Menge annahm, allein sie auch dagegen geschwinder fahren ließ, ohnerachtet es ungleich dichter ist; mithin steigt die Temperatur des Quecksilbers ungleich leichter als diejenige des Wassers. Um das Gleichgewicht der Wärme unter verschiedenen Substanzen zu erfahren, müssen mit ihnen Versuche unternommen werden, da hierin die größte Unregelmäßigkeit Statt findet, und verschiedene von den Metallen weniger Feuer erfordern, um sie zu erhitzen, als Wasser So erhitzt das nämliche Feuer Blei zweimal so geschwind als Wasser, d. i. Blei verliert und gewinnt wie 5 zu 2; wenn folglich Wasser und Blei zu einerlei Grade erhitzt sind, so werden zwei Kubikzoll Wasser so viel Hitze im kalten Wasser erzeu-

gen, als fünf Kubikzoll heißes Blei in der nämlichen Menge Wasser thun würden. Zinn und Glas erfordern die halbe Menge, oder verlieren und gewinnen wie 4 zu 2: Eisen braucht die nämliche Menge als Wasser, Kupfer etwas mehr: daher die große Hitze des Eisens und des Kupfers, wenn es rothheiß ist. Auf diesen Grundsätzen errichtete Dr. Black ein Verfahren, hohe Grade der Hitze zu schätzen: denn da er gefunden hatte, daß Eisen und Wasser gleichmäßig von einerlei Grade der Hitze erhitzt wurden, so nahm er ein Stück rothglühendes Eisen von bestimmter Größe, und tauchte es in hundertmal so viel Wasser als sein Volumen betrug; als nun die ganze Wärme, welche in dem Eisen concentrirt war, sich durch das Wasser vertheilt hatte, so maß er die Wärme des Wassers vermittelst eines Thermometers: diese Zahl durch 100 multiplizirt, gab solchemnach die Hitze des Eisens, als es rothglühend war.

Sir Isaak Newton glaubte, daß die Progression, in welcher Wärme mitgetheilt oder verloren wird, geometrisch sey; Dr. Martine hingegen, daß es eine zusammengesetzte geometrische und arithmetische Progression sey. Dr. Black glaubt, daß das beste Verfahren, um diese Progression aufzufinden, mittelst beständig erneuerter Luft- und Wasserströme wäre. So würde die kühlende Ursache eine beständige gleiche Progression halten; da hingegen, wenn das kühlende Medium der Luft oder des Wassers still stünde, der Fall ganz anders seyn würde. Auf diesem Grundsatze beruht die Erscheinung, daß die Luft bei stillem, heiterm Wetter wärmer zu seyn scheint, als wenn der Wind geht, ob wir schon vermöge des Thermometers finden, daß die Wärme einerlei ist: bei ruhigem Wetter bilden nämlich unsre Körper eine eigene Art von Atmosphäre um sich, welche wärmer ist als die umgebende Luft. Die Luft, wenn sie in Bewegung ist, wird zwar

dadurch nicht kühler gemacht; gleichwohl wird, wenn man mit einem Blasebalge auf ein Stück Eis bläset, dieses früher schmelzen, als wenn nicht darauf geblasen worden wäre, weil nämlich der Theil von Luft mit weggeblasen wird, welchen das Eis um sich herum abgekühlet hatte.

Da die Verfahrungsarten, Versuche über hohe Grade von Wärme anzustellen, von der größten Wichtigkeit sind, so will ich Ihnen jetzt die Mittel beschreiben, deren sich Herr Jones zu dieser Absicht bedienet hat. Sein erster Versuch geschahe mit dem Instrumente, dessen wir uns bedienten, um die Kraft des Feuers darzustellen. Um dessen Bewegung der gewöhnlichen Fahrenheitschen Skale angemessen zu machen, so wurde diese Stange Taf. V. Fig. 3. E in eine messingene Büchse eingeschlossen, und nebst einem Merkurial-Thermometer durch kochendes Wasser erhitzt. Als er nun vermittelst des Zeigers sahe, daß die Stange so viel Wärme angenommen hatte, als das Wasser mitzutheilen im Stande war, so wurde die Wärme des Wassers durch das Thermometer bemerkt. Auf diese Art fand er, welche Anzahl von Graden auf dem graduirten Bogen einer gewissen Anzahl von Graden nach Fahrenheitscher Skale entsprach; und weil die Bewegung des Zeigers in allen Theilen des Bogens nicht gleichmäßig geschahe, so berichtigte er die Unregelmäßigkeiten desselben vermittelst der Mikrometerschraube und der Platte.

Zwei starke Eisenplatten wurden rothheiß geglühet, und wechselsweise gegen die Stange gehalten, welche untersucht werden sollte, wo denn solchergestalt die Grade der Hitze, unter welchen die verschiedenen Farben auf den polirten Oberflächen der messingenen und eisernen Stangen zum Vorschein kommen, gehörigermaßen erhalten wurden.

Da das vorhergehende Verfahren den Herrn Jones nicht so weit brachte, als er zu gehen wünschte, so schlug er ein andres Verfahren ein, welches sich auf den Grundsatz stützte: daß dichte Flüssigkeiten Wärme früher annehmen als lockere; das Wasser nämlich erwärmt Quecksilber mehr und geschwinder, als das Quecksilber das Wasser. Um dieß anschaulich zu machen, wollen wir hier diese zwei Thermometer, eines von Weingeist, das andre von Quecksilber eintauchen: Sie sehen, wie langsam der Spiritus sich bewegt, und dagegen, wie bald das Quecksilber seinen größten Grad der Ausdehnung erlangt. Sie können dieß noch deutlicher sehen, wenn Sie ein erhitztes Eisen in ein offnes Gefäß mit Quecksilber tauchen: denn wenn Sie das erhitzte Eisen plötzlich unter dem Quecksilber bewegen, so ist auch alle Wärme, die es anzunehmen im Stande ist, ihm beinahe augenblicklich mitgetheilt.

Herr Jones nimmt an, daß die Hitzgrade, welche einer gegebnen Menge Quecksilber durch Eintauchung des nämlichen, aber verschiedentlich erhitzten Eisens mitgetheilt werden, gegen einander seyn werden, wie die ursprünglichen Hitzgrade in dem Eisen selbst. Um einen festen Punkt zu erhalten, taucht er zuerst ein Stück Eisen von einem bekannten Wärmegrade in eine gegebene Menge Quecksilber, und bemerkt dann den Grad der mitgetheilten Wärme. Wir wollen annehmen, sagt er, die Menge des Quecksilbers in einem eisernen Gefäße sey zwei Pfund, und das erwärmte Eisen ein 274 Gran schwerer Zilinder. Giebt man diesem Zilinder die Wärme des kochenden Wassers, oder 212°, und taucht ihn in Quecksilber von einer Temperatur von 52°, so wird er diesem 10 Grad Wärme mittheilen, welches $\frac{1}{16}$ des erhaltenen Ueberschusses ist. Nun sagen wir: der Ueberschuß der Wärme im Eisen sey welcher er wolle, so wird die dem Quecksilber mitgetheilte Wärme allezeit $\frac{1}{16}$ jenes Ueberschusses seyn,

so daß, wenn wir t für die natürliche Temperatur des Quecksilbers, h für die mitgetheilte Wärme, und x für die verlangte Wärme annehmen, $t + 16\ h = x$ seyn werde. Dieses Verfahren war so leicht, daß Herr Jones es dem erstern vorzog, womit es indessen zu seiner größten Zufriedenheit, so weit als es sich erstrekte, völlig übereinstimmte. Bei Bestimmung der Grade nach diesem Verfahren wird jederzeit als ausgemacht angenommen, daß das erhitzte Eisen seinen ganzen Ueberschuß an Wärme dem Quecksilber mittheilt, und daß die Vertheilung fast augenblicklich ist, so daß sie ohne wesentlichen Fehler dafür angenommen werden kann. Einige Zeit wird freilich unvermeidlich verloren gehen, und daher werden die durch Eintauchung in Quecksilber erhaltenen Wärmegrade, besonders die größere Wärme nahe am Ende der Skale, eher zu niedrig als zu hoch geschätzt werden.

Tafel der Wärme.

	Fahrenh. Grade
Eisen im Schmelzen ohngefähr .	3000
Eisen in der weißen funkelnden Glühhitze einer Schmiedeesse . .	2780
Eisen, beinahe weißglühend . .	2080
Die Hitze glühender Kohlen ohne zu blasen, vielleicht gegen . . .	1650
Eisen bei Tage in einer funkelnden Rothglühhitze	1600
Eisen bei Tage gerade rothglühend .	1120
Eisen im Finstern rothglühend .	1000
Größte Hitze des Bleies im Schmelzen .	820
Farben des Eisens verlieren sich .	800
Quecksilber kocht nach einigen bei 600, nach Herrn Jones bei . . .	700

	Fahrenh. Grade
Polirtes Eisen erhält ein vollkommnes Blau	700
Polirtes Eisen erhält die Purpurfarbe .	660
Leinöl kocht nach einigen bei 600, nach Herrn Jones . . .	620
Blei schmelzt . . .	610
Polirtes Eisen erhält die Strohfarbe .	605
Vitriolöl kocht . . .	546
Messing erhält eine blaue Farbe .	500
Zinn schmelzt . . .	490
Zinnfolie und Wismuth . .	450
Messing erhält die Kupferfarbe .	415
Polirtes Messing erhält die Goldfarbe .	340
Salpetergeist kocht . .	242
Wasser kocht bei einem mittlern Stande der Atmosphäre . . .	212
Frischgelassener Menschenurin kocht .	206
Brandtwein kocht . .	190
Alkohol kocht . . .	176
Ein Pfund Wasser von 52° auf ½ Pfund frischen Kalk gegossen . .	182
Eine Unze Wasser von 54° zu ½ Unze Vitriolöl gegossen . . .	170
Blutwasser und Eiweiß erhärten .	156
Bienenwachs schmelzt . .	145
Größte Wärme eines Bades, welches die Hand erleiden kann . . .	114
Wärme des Sirocco Windes zu Palermo in Sicilien . . .	112
Wärme einer Henne während dem Brüten von 92 bis . . .	108
Wärme der Haut bei Enten, Gänsen, Hühnern, Rebhühnern 103 bis . .	107
Wärme der Menschenhaut während eines hitzigen Fiebers . . .	106

	Fahrenh. Grade
Wärme der Haut bei Hunden, Katzen, Schafen und andern vierfüßigen Thieren 100 bis	103
Wärme der Haut des gesunden Menschen	98
Wärme des Bienenkorbes	97
Wärme der Luft im Schatten bei sehr heißer Witterung	80
Butter fängt an zu schmelzen	74
Temperirt	55
Olivenöl fängt an zu gerinnen	43
Wasser, wenn es eben gefriert, oder Eis, wenn es anfängt aufzuthauen	32
Milch gefriert	30
Urin und gemeiner Weinessig gefrieren	28
Guter Burgunder, Clairet und Madeira gefrieren	20
Ein Theil Weingeist mit drei Theilen Brandtewein gefriert	7
Eine Mischung von Schnee und Salz	0
Queckſilber gefriert	39.

Wie diese Tafel entstanden, sehe man in Herrn Jones physiologischen Untersuchungen, wo man gleichfalls ein Verfahren finden wird, die Skale durch Gegeneinanderhaltung der Artikel zu untersuchen. Herr Wedgewood setzt einige dieser Grade ungleich höher an, allein ich muß gestehen, daß mir das Thonthermometer nicht Genüge leistet, und bevor nicht genügendere Versuche und Beweise beigebracht werden können, kann man die daraus hergeleiteten Grade der Wärme nicht annehmen.

In der vorhergehenden Tafel ist die Wärme des kochenden Wassers im luftleeren Raume zu 95° angesetzt worden; indessen hängt dieses von der Vollkommenheit des luftleeren Raums und andern Umständen ab. Bei den Versuchen des Herrn Jones ward ein heißes Eisen auf

den Teller der Luftpumpe gelegt, und hierauf ein schwaches zinnernes Gefäße gesetzt, welches Wasser und ein Thermometer enthielt. Die Wallung in dem einen Versuche fieng bei 90 Grad an, und so wie das Kochen sich vermehrte, stieg das Thermometer bis 105 Grad, wo es auch stehen blieb, als das Wallen am heftigsten war. Während diesem Wallen ward Luft zugelassen, und das Thermometer stieg sogleich 15 Grad. Bei einem andern Versuche wurde Wasser, das bis 130 Grad erwärmt worden, auf das heiße Eisen gesetzt, und nachdem alles mit einem Recipienten bedeckt worden, wurde die Luft ausgepumpt, worauf das Wasser heftig kochte, allein während dem Kochen fiel die Wärme bis 100, und bei einem andern Versuche bis 94 Grad, da hingegen beim Zulassen der Luft die Wärme sogleich bis 130 Grad und höher stieg.

Diese Versuche beweisen, was ich Ihnen bereits bemerkt habe, wie sehr nämlich die Wirkung des Feuers von der Gegenwirkung oder dem Drucke der aufliegenden Luft abhänge. Wenn die Luft weggenommen wird, entflieht das Feuer, welches natürlicherweise aufwärts steigt, durch die Flüssigkeit in dem Gefäße, gerade so wie die Luft durch eine an beiden Enden offene Röhre. Allein wäre das entferntere Ende dieser Röhre geschlossen, und der Luftstrom dauerte noch fort, so würde sie innerhalb der Höhle der Röhre verdichtet oder angehäuft. Hieraus können wir schließen, daß die Sonne die Erde sehr unbeträchtlich erwärmen würde, wenn die Luft nicht auf ihre Oberfläche drückte, und daß es daher unmöglich ist, zu berechnen, welches die Hitze in Körpern seyn wird, die in verschiedenen Entfernungen von dem Sonnenfeuer gestellet worden, so lange wir nicht bestimmen können, wie stark die Luft zu gleicher Zeit auf sie drücke.

Je höher wir steigen, desto geringer ist der Grad der Wärme: denn je verdünnter die Atmosphäre ist, desto weniger ist sie der Wärme empfänglich, und da die Intensität des Feuers natürlicherweise die größte Hitze erzeugen wird, so müssen folglich die niedrigern Theile der Atmosphäre wärmer seyn als die höhern, indem hier das Feuer weniger gedrückt wird, und mehr Raum hat sich auszubreiten.

Ehe wir weiter gehen, müssen wir daher noch einige Betrachtungen über physikalische Maße anstellen. Die meisten unsrer physikalischen Instrumente sind bloß Maße der Wirkungen. Die Fortschritte, welche in der Naturphilosophie gemacht werden, vermehren sich täglich mit der Zahl solcher Maße; vermöge dieser hat sie ihre gegenwärtige Stufe erreicht, und eben durch diese fährt sie auch weiter fort, an Vollkommenheit zu wachsen. Nach Verhältniß nun, als die verschiedenen Zweige fortschreiten, werden unsre Maße vervielfacht. Anstatt uns aber damit zu begnügen, wahrzunehmen, zu vermuthen, und auf sehr unschicklich so genannten Möglichkeiten, was im Grunde Träumereien sind, Systeme aufzubauen, wollen wir uns vielmehr bemühen, den Ursachen durch ihre Wirkungen nachzuspüren, und diese zu berechnen, wo die Natur uns einen hinreichend festen Grund darbietet.

Die ersten Strahlen dieses Lichts, die Morgenröthe der wahren Kenntniß in der Physik, waren sehr schwach. Die Physiker begnügten sich damit, Instrumente zu haben, welche das Daseyn gewisser Ursachen anzeigten, die unsre Organe außerdem entweder gar nicht, oder doch nur sehr unvollständig entdecken konnten. Daher die bescheidenen Namen, welche den Instrumenten von ihren ersten Erfindern gegeben wurden. Sie nannten nämlich die Instrumente, welche die Absicht hatten, die Schwere

der Luft, die Ausdehnung der Körper durch Wärme, und die Gegenstände, die dem unbewaffneten Auge entgehen, zu entdecken, Baroskope, Thermoskope, Mikroskope.

Diese Namen wurden aber bald abgeändert. Man eignete jenen Instrumenten Messungen zu, und nannte sie dem zufolge Maße (Barometer ꝛc.), eine Benennung, auf die sie gar keinen Anspruch machen können. Die Physiker wurden nun täglich sorgsamer in Rücksicht der erforderlichen Eigenschaften ihrer Instrumente, und der Fortschritt in Vervollkommnung dieser Maße ist ein wahrer Schritt zur Kenntniß der Natur. Die Verbesserungen in den Maßen führen uns nicht nur zu einer richtigern Kenntniß der unmittelbaren Ursachen der auf diese Art gemessenen Wirkungen, sondern sie helfen uns auch verwickelte Wirkungen auseinandersetzen.

Der größere Theil physikalischer Instrumente hat bloß zur Absicht, zu gleicher Zeit erfolgende Wirkungen mittelst der Kenntniß solcher, welche uns am besten bekannt sind, zu entdecken. Wenn wir ein Hygrometer, ein Elektrometer, ein Photometer begehren, so geschieht es nicht sowohl, um vermittelst derselben die absoluten oder selbst relativen Mengen der Feuchtigkeit, des elektrischen Fluidum oder des Lichts zu bestimmen, als vielmehr um die merkbaren Wirkungen der Feuchtigkeit, der Elektrizität u. s. f. auf unsern Maßen mit andern weniger bekannten Wirkungen, die damit genau zusammen oder von ihnen abhangen, zu verbinden.

Das allgemeine Problem der physikalischen Maße ist sehr verwickelt. Das erste Erforderniß bei diesen Maßen ist, daß sie das Daseyn und die Wirkung einer einfachen Ursache, und die Grade ihrer Stärke zuverlässig anzeigen. Hierzu nun können wir zwar vermöge ihrer Wirkung auf andre Körper gelangen; allein diese Wir-

kung hervorzubringen, können noch viele andre Ursachen mitwirken. Wir können keine einfachen Wirkungen beobachten, und folglich können wir auch nicht allezeit von merklichen Wirkungen, welche unter sich gleich sind, schließen, daß die Grade in der Ursache, welcher sie zugeschrieben werden, gleich sind. Was brauchen wir z. B. überhaupt, um die Wärme zu messen? Die Ausdehnungen verschiedener Substanzen. Welches sind die Maße, wodurch wir die Schwere der Luft bestimmen? Die Höhe des Quecksilbers in dem Barometer. Allein die Ausdehnung der Körper durch Wärme hängt von der Natur der Substanz, ihrer Dichtigkeit, ihrem Zusammenhange, den Gesetzen ihrer Progression bei gleichen Vergrößerungen der Wärme u. s. f. ab. Die Wirkungen des Drucks der Luft auf das Quecksilber in dem Barometer werden durch die verschiedenen Grade der Wärme in diesem Fluidum, durch die Natur des leeren Raums, worin es aufrecht erhalten wird, durch die Attraktion, Friktion, vielleicht auch durch die Durchdringlichkeit des Glases für gewisse Theilchen jener gemischten Flüssigkeit, welcher wir den allgemeinen Namen Luft geben, oder für andere uns unbekannte Ursachen, modifizirt. So schwer und verwickelt ist selbst die erste Stufe der Leiter, auf welcher wir zur nähern Kenntniß der Ursachen aufzusteigen suchen.

Von der Flüssigkeit, als Folge der verborgenen Wärme.

Ich habe bereits erwähnet, daß alle Substanzen in der Natur entweder fest, flüssig, oder in der Gestalt ausdehnbarer Flüssigkeiten erscheinen. Daß diese verschiede-

nen Formen vornehmlich von dem Zustande oder der Verbindung des Feuers in ihnen abhängen, ist, wie ich glaube, hinreichend aus Gründen und durch Versuche bewiesen worden. Um aber diesen Gegenstand in ein noch helleres Licht zu setzen, wollen wir nun einen Blick auf die neuern Entdeckungen werfen.

Flüssigkeit ist eine Wirkung des Feuers, und findet Statt, wenn die Wärme bis zu einer gewissen Höhe steigt; und so wie Körper durch Anwendung des Feuers flüssig werden, so behalten flüssige Körper ihre Flüssigkeit wegen des in ihnen enthaltnen Feuers.

Bei Flüssigkeit wird eine beträchtliche Menge zerstreuender oder ausdehnender Materie in den Körper gebracht, ohne daß jedoch dadurch das Volumen vergrößert wird. Diese aufgenommene Materie wirkt der Kraft, welche Festigkeit hervorbringt, entgegen, und widersteht der besondern Anhänglichkeit der Theile.

Schmelzung oder Flüssigwerden ist ein Voneinandergehen oder Trennen der Theile der Körper vermöge eines gewissen Grades von Wärme, welche Theile bei einem geringern Grade gebunden und fest sind. Dieß wird bewirkt, wenn Feuer zwischen die Theilchen tritt, welches sie von einander trennt, und vermöge seiner Thätigkeit ihnen eine freie Bewegung unter einander giebt.

Feuer befindet sich in allen Körpern, und ist in ihnen zu allen Zeiten wirksam; allein um dieselben flüssig zu machen, muß es mit größerer oder geringerer Kraft wirken, je nachdem die Natur der Substanz es erfordert. Von Körpern, die von Natur hart sind, sagen wir, wenn sie flüssig werden, sie schmelzen; und von natürlich flüssigen Körpern, wenn sie fest werden, sie gerinnen

oder gefrieren. Die Wirkungen sind in jedem Falle sich gleich, und man kann daher mit eben so vielem Rechte alles Wasser als geschmolzenes Eis, als einen Klumpen Blei als eine Masse geronnenes Metall ansehen. Die Flüssigkeit des Wassers ist eine eben so wahre Schmelzung, als diejenige irgend eines Metalls, was dem Feuer ausgesetzt worden, nur mit dem Unterschiede, daß zu dem einen eine größere Menge erforderlich ist als zu dem andern.

Schmelzung ist indessen eine Erscheinung, die von der Ausdehnung einer bereits sich gebildeten Flüssigkeit ganz verschieden ist. Dieser letztere Umstand verursacht bloß einen größern oder geringern Grad des Strebens der Partikelchen gegen einander, und ist bei jeder Veränderung in den Graden der Wärme verschieden. Das Flüssigwerden hingegen erfolgt unter einem gewissen bestimmten Grade, und ist eine wahre Veränderung des Zustandes der Substanz; die Grade der Ausdehnung aber sind bloß Modifikationen des nämlichen Zustandes. Bei der Ausdehnung giebt es ein regelmäßiges Wachsen und Fallen des Volumen, je nachdem die Grade der Wärme beschaffen sind; da hingegen bei der Flüssigkeit der Uebergang von einem festen zu einem flüssigen Körper, oder umgekehrt, plötzlich erfolgt: und über oder unter einem gewissen Grade von Wärme bleibt ein Körper jederzeit fest oder flüssig.

Bei der gegenwärtigen Einrichtung der Natur können die natürlichen Körper und ihre kleinsten Theile sehr wohl so angesehen werden, als ob sie auf einem Oceane von (wie es der Dichter nennt) unermüdlichem Feuer schwämmen: ein Element, welches noch die nämliche Kraft und Stärke besitzt, die es vor 5000 Jahren besaß. Die Körper, die von diesem Meere getragen werden, sind

hart oder weich, fest oder flüssig, dünn oder dicht, ausgedehnt oder zusammengzogen, je nach den Veränderungen der Temperatur dieses Elements, welches durch die ganze Natur ein ununterbrochnes Zusammenziehen und Ausdehnen unterhält. Sollte diese Bewegung des Feuers aufhören, so würde ein allgemeines Erstarren und Stocken erfolgen; alle Qualitäten der alten Schulen, alle Attraktionen und Repulsionen der neuern Physiker würden ein gemeinschaftliches Grab finden.

Von der verborgenen Wärme.

Es ist nicht möglich, die Metamorphose der festen Körper in flüssige, und der flüssigen in luftähnliche Körper ohne nähere Kenntniß der Lehre von der verborgenen Wärme vollkommen zu verstehen. Hier werden Sie lernen, daß die nämliche Substanz, je nachdem sie sich in irgend einem von diesen Zuständen befindet, nicht nur eine verschiedene spezifische Wärme besitzt, sondern daß sie selbst, während dem sie aus einem in den andern übergeht, die Materie des Feuers auf eine ihr eigene Art modifizirt.

Dem Dr. Black, dem Vater der neuern Chemie, haben wir diese Entdeckung zu verdanken, die ich erstlich auf eine einfache Art erklären, und dann durch Dr. Blacks eigne Folgerungen und Versuche bestätigen werde.

Wir wollen annehmen, ein Stück Eis sey abgekühlt worden, bis ein hineingelegtes Thermometer ohngefähr bei 20° unter dem Gefrierpunkte stehe; setzt man nun dieses Eis einem beständigen Ausströmen des Feuers aus, was aber immer unter gleichen Graden erfolgt, so wird

das Thermometer vollkommen gleichförmig steigen, bis es den Gefrierpunkt erreicht hat, wo es stehen bleiben wird, obschon das Ausströmen des Feuers das nämliche zu seyn fortfährt, und dem Anscheine nach die Temperatur immerfort erhöhen sollte.

Dieser Feuerstrom, welcher ohne Unterbrechung und stufenweise gegen das Eis wirkt, hat weiter keine merkliche Wirkung auf das Thermometer, sobald als dieses hierdurch bis zum Gefrierpunkte gehoben worden ist. Nach diesem Erfolge ist die Wirkung des Feuers begränzt, und äußert sich nun bloß dadurch, daß es den Zustand des Eises verändert, indem es dasselbe in Wasser verwandelt. Während dieser ganzen Umbildung bleibt das Thermometer auf 32° oder dem Gefrierpunkte stehen.

Das Feuer verliert in diesem Falle gleichsam sein Vermögen zu erwärmen; und doch ist die zu dieser Verwandlung verwendete und dem Anscheine nach verloren gegangene Menge Feuer so beträchtlich, daß wenn das Thermometer unter den nämlichen Umständen in eine gleiche Menge Wasser statt des Eises gelegt worden wäre, es beinahe bis 120 Grade gestiegen seyn würde.

Sobald als aber die Schmelzung geschehen ist, und wenn das nämliche Ausströmen des Feuers noch anhält, wird das Thermometer, das sich jetzt in wirklichem Wasser befindet, und nun wieder durch das zu ihm gelangende Feuer in Bewegung gesetzt wird, allmählich steigen, obschon etwas langsamer als vorher, weil die spezifische Wärme des Wassers etwas größer ist, als diejenige des Eises.

Das Thermometer fährt fort zu steigen, bis es den Siedpunkt erreicht, wo wieder die nämlichen Erscheinungen Statt finden. Ohnerachtet das Feuer fortfährt

auszuströmen, bleibt doch das Thermometer auf 212 Grad, und das Wasser verändert nun seinen Zustand. Es wird nämlich in ein elastisches Fluidum verwandelt, und der Antheil des Feuers, welcher bei seiner innigen Verbindung mit dem Wasser jene Veränderung bewirkte, verliert seine thermometrische Eigenschaft; es findet also ein genaues Gleichgewicht zwischen dem Zufluß des neu hinzu kommenden Feuers, und dem Ausflusse vermöge der Verwandlung des Wassers in einen elastischen Dunst Statt.

Das solchergestalt modifizirte Feuer wird verborgen genannt. Auch ist es in der That verborgen, offenbaret sich aber und äußert seine Wirkung deutlich, wenn Sie die Veränderungen umkehren, d. i. wenn Sie das elastische Fluidum in einen flüssigen Körper, und diesen in einen festen verwandeln.

Dr. Black war der erste, welcher zeigte, daß Flüssigkeit, obschon vom Feuer abhängig, sich nicht nach der Menge richte, die von dem Thermometer angezeigt wird, sondern nach der Einsaugung und Verbindung des Feuers mit der flüssig gemachten Substanz. Die solchergestalt eingesogene Menge nannte er verborgene Wärme, da sie von uns nicht bemerkt wird, sich aber bei gegebenen Gelegenheiten zeigt, und eine merkliche Form annimmt. Durch merkliche Wärme versteht er daher das Feuer, welches sich in einem so schwankenden Zustande befindet, daß wenn sie irgend eine Substanz nehmen, die davon einen Ueberschuß besitzt, und sie einer kältern nähern, es die heißere verläßt, und zur kältern Substanz übergeht, um das Gleichgewicht herzustellen. Sie wissen sehr wohl, daß wenn, so lange als ein Körper fest bleibt, die Wärme desselben verstärkt wird, solche jederzeit vermittelst des Thermometers bemerkt wird. Al-

lein wenn Sie annehmen, daß ein Körper so viel erhitzt worden, als er zu ertragen im Stande ist, und noch fest bleibt, so wird alsdenn jeder Grad des Feuers, der in denselben eindringt, verschlungen, und verborgen, oder in einen solchen Zustand versetzt, daß er von dem Thermometer nicht weiter angezeigt werden kann, sondern er wirkt nunmehr so, um den Körper flüssig zu machen; sobald aber als eine hinreichende Menge eingesogen worden ist, um jeden Theil flüssig zu machen, wird er wieder Feuerstoff fahren lassen, und das Thermometer ein merkliches Wachsen der Wärme anzeigen. Auch bemerkte Dr. Black, daß feste Körper nicht geneigt sind, diese verborgene Wärme einzusaugen, bevor sie nicht den Schmelzungspunkt erreicht haben, und daß Flüssigkeiten sie nicht eher fahren lassen, bis sie zu einem gewissen Grade abgekühlt sind. Wenn sie hiernach kältern Körpern noch näher gebracht werden, so fährt dieses verborgene Feuer fort einzudringen, und der Körper wird noch fester; und wenn alles ganz ausgezogen worden, so gefriert der Körper. Wenn daher das verborgene Feuer ausgezogen worden, so besitzt der Körper die nämliche Temperatur wie das ihn umgebende Medium.

Diese lichthelle Lehre unterstützte Dr. Black durch Verweisung auf Erscheinungen, und auf wohl ausgedachte Versuche. Sie erhält Bestätigung, wenn man auf die Langsamkeit Rücksicht nimmt, mit welcher das Eis und der Schnee schmelzt, wenn Thauwetter einfällt, und die Wärme weit über dem Gefrierpunkt steht; denn die das Eis umgebende Luft ist allzeit wärmer als das Eis selbst, und ob es schon Wärme davon erhält, so werden doch Wochen erfordert, um es zu schmelzen. Wenn nichts mehr erforderlich wäre, um Flüssigkeit zuwege zu bringen, als der vom Thermometer angezeigte Wärmegrad, so

dürften wir vernünftigerweise erwarten, daß, nachdem die Schmelzung angefangen habe, ein oder zwei Tage hinreichend seyn würden, alles zu schmelzen. Allein da so lange Zeit erforderlich ist, um zu zerschmelzen, und da seine Wärme nicht bis über den Gefrierpunkt, und das Wasser, welches davon abläuft, nicht über 32 oder 33 Grad steigt, so ist offenbar, daß die Wärme oder das Feuer, dem es ausgesetzt wird, eingesogen, und verborgen werden muß. Dieser Ursache müssen Sie also die Erhaltung des Eises in Eisgruben zuschreiben, und daß große Eismassen und Schnee auf den Gipfeln der Gebürge liegen bleiben, wo die Wärme beträchtlich über dem Gefrierpunkte ist.

Dr. Black's Versuche werden, wie ich glaube, Sie ganz überzeugen, daß die Flüssigkeit des Wassers einem Einsaugen des Feuers zugeschrieben werden müsse. Um dieses zu beweisen, bemühete er sich, die von dem Eise während dessen Zerfließung eingesogene Wärme zu bestimmen; dieß erlangte er, indem er die Menge der Wärme bemerkte, welche von einer Masse Eis während dessen Schmelzen bloß bei der Temperatur der Luft mitgetheilet wurde; und sodann umgekehrt, indem er die Menge der Wärme entdeckte, die eine Eismasse von einer Menge Wasser annahm, als er bestimmte Mengen Eis von einer gegebenen Temperatur, und Wasser von ebenfalls gegebener Wärme mit einander vermischte. So nahm er z. B. zwei Florentiner Flaschen von einerlei Gestalt, Größe und Schwere, und schnitt ihre Hälse und einen Theil ihrer Kugeln ab, um im Stande zu seyn, ein Thermometer einlegen zu können. In die eine brachte er fünf Unzen Eis, in die andre die nämliche Menge geschmolzenen Schnee, beinahe von der nämlichen Temperatur wie das Eis. Diese Flaschen wurden an Drähte mitten in einem großen Zimmer aufgehangen, wohin niemand als er selbst kam, und des-

sen Temperatur nach einem sehr empfindlichen Thermometer, das die Temperatur schon innerhalb einer halben Minute annahm, 47 Grad betrug. Jetzt fand er, daß innerhalb einer halben Stunde das Quecksilber in dem letztern sechs bis sieben Grade gestiegen, und nur eine sehr geringe Menge Eis geschmolzen war, und ohnerachtet es sieben Grad Wärme aufgenommen hatte, blieb es doch immer noch auf dem Gefrierpunkte. Die Flaschen blieben die ganze Nacht durch aufgehangen; und als er des Morgens, ohngefähr zehn und eine halbe Stunde nach dem Anfange des Versuchs wieder dazu gieng, so fand er ein Stück Eis, ohngefähr so groß als der Kern einer Nuß, mitten in dem geschmolzenen Wasser noch ungeschmolzen, welches nach dem Thermometer acht Grade über dem Gefrierpunkt anzeigte.

Hieraus können wir den Grad der Wärme berechnen, den das Eis angenommen haben muß, ehe es schmolz, (man erinnere sich, daß die Temperatur der Luft 47 Grade betrug) weil das Eis die Wärme nach und nach angenommen haben muß.

Nach Verlauf von zehn und einer halben Stunde war das aufgethaute Eis genau auf der Temperatur, in welcher sich der geschmolzene Schnee nach Verlauf einer halben Stunde befand; das geschmolzene Eis muß daher alle halbe Stunden sieben Grade angenommen haben, so daß es innerhalb zehn und einer halben Stunde genau 147 Grade angenommen haben muß. Daß die Flasche beständig Feuer aus der Luft aufgenommen, bestätigte sich durch einem kalten Luftzug, den man am Boden der Flasche bemerkte; dieß war die Luft, welche die Flasche berührte, ihr Feuer ihr mittheilte, und nachdem sie kühler und dichter geworden, das Uebergewichte erlangte. Dieß beweist, daß das Eis immerfort Feuer erhielt, und da

gleichwohl das Thermometer es nicht anzeigte, so muß es sich damit verbunden haben, und verborgenes Feuer geworden seyn.

Nachdem Dr. Black vorher gefunden, daß eine Mischung von heißem und kaltem Wasser ein arithmetisches Mittel zwischen beiden gab, so nahm er eine bestimmte Menge Eis, und that es in eine Florentiner Flasche, worauf er genau die nämliche Menge kochendes Wasser goß, welches das Eis sogleich schmelzte, und zwar alles auf einmal. Dieß bewies, daß die Eispartikelchen ohne Schwierigkeit getrennt werden können, wenn eine hinreichende Menge Wärme hierzu angewandt wird. Allein bei Untersuchung der Temperatur der Mischung fand man, daß sie ungleich tiefer war, als wenn kaltes Wasser ohngefähr vom Gefrierpunkte statt des Eises gebraucht worden wäre; und daß es die nämliche Menge an Wärme verlor, 147 Grade, welche das Eis in dem vorhergehenden Versuche erforderte, um zu schmelzen. In diesem nämlich fiel es 68 Grade unter das Mittel. Das Eis sog so viel Feuer von dem kochenden Wasser ein, daß die Mischung nicht das Mittel angab, als geschehen wäre, wenn kaltes Wasser anstatt Eis wäre angewendet worden, sondern denjenigen Punkt, welcher zeigte, daß das Eis, um flüssig zu werden, mit so viel Feuer verbunden werden müsse, als, wenn es frei wirkte, das Thermometer auf 147 Grad heben würde. Diese zwei Versuche sind bloß darin von einander verschieden, daß der eine mit warmer Luft, der andre mit warmen Wasser geschahe. Ferner, wenn ein Pfund Wasser von 32 Grad mit einer gleichen Menge dieser Flüssigkeit von 172 Grad vermischt wird, so wird die Temperatur der Mischung 102 Grad seyn, oder das arithmetische Mittel zwischen dem warmen und dem kalten Wasser. Allein, wenn ein Pfund Eis von 32 Grad mit einem Pfunde Wasser von 172 Grad

gemischt wird, so wird die Temperatur der Mischung 32 Grad seyn.

Man sieht aus diesem Versuche deutlich, daß wenn sowohl das Eis als das Wasser 32 Grad sind, das Feuer sehr verschieden auf sie wirkt; denn bei dem ersten dieser zwei vorhergehenden Versuche gieng eine Menge Feuer, welche das Thermometer um 70 Grade hob, von dem warmen in das kalte Wasser über, und die Temperatur desselben ward um 70 Grad verstärkt. In dem letztern Versuche gieng eine Menge, welche das Thermometer 140 Grad in die Höhe trieb, von dem warmen Wasser in das Eis über, worauf das Eis geschmolzen wurde, allein die merkliche Wärme desselben ward nicht vermehrt, indem die Temperatur der Mischung 32 war. Bei dem Proceß des Flüssigwerden oder Schmelzen des Eises werden also 140 Grad Wärme eingesogen, und bringen keine Veränderung am Thermometer hervor. Diese Versuche und die Folgerungen daraus werden noch mehr bestätiget, wenn man zeigt, daß eine Menge Wärme aus dem Wasser herausgeht, wenn es von seinem flüssigen Zustande in einen festen übergeht, welches bloß von dem verborgenen Feuer herkommen kann.

Wenn Sie Wasser zum Gefrieren hinsetzen, und ein Thermometer hineinstellen, so wird, wenn das Wasser 20 Grad wärmer als die Luft ist, es eine große Menge an Graden während der ersten fünf Minuten, weniger die zunächst folgenden u. s. f. verlieren; in einer halben Stunde, wenn die Luft unter dem Gefrierpunkte ist, wird es die Temperatur der Luft erhalten haben, und Sie würden vielleicht glauben, daß innerhalb zwei oder drei Minuten alles gefrieren würde, welches auch wirklich der Fall wäre, wenn es von einer Verminderung des thermometrischen Feuers abhienge; allein dieß ist keineswegs der

Fall, denn Sie werden finden, daß anfangs nur ein kleiner Theil davon gefrieret, welcher stufenweise immer größer wird, bis endlich das Ganze durchaus gefroren ist. Während der Zeit wird das Wasser bei 32 Grad bleiben, welches vielleicht ein oder zwei Grad über der Temperatur der Luft ist, der es ausgesetzt worden. Da nun ein kälterer Körper, wenn er an einen wärmern gelegt wird, bald von der nämlichen Temperatur mit der Luft werden wird, der man ihn aussetzt; so können wir die Erscheinung, daß das Wasser mit der Luft, der es ausgesetzt worden, nicht von gleicher Temperatur wird, bloß der verborgenen Wärme zuschreiben, welche heraustritt und sich offenbaret, sobald als irgend ein Wassertheilchen gefriert; ist diese aber ganz erschöpft, so wird die Masse fest, und erhält die nämliche Temperatur wie die Luft.

Wenn Wasser ruhig ist, so kann es 7, 8, 9 bis 10 Grad unter dem Eispunkte erkalten, ohne zu gefrieren; allein wird es mit einem Stück Eise berührt, oder mit einem Drahte, oder wird das Gefäß bewegt, so gefrieret es beinahe so schnell als ein Blitz. Herr Mairan nahm kleine Trinkgläser voll Wasser, und ließ sie unter dem Gefrierpunkt kalt werden; so lange diese Gläser ruhig stehen blieben, gefroren sie nicht, allein sobald als sie bewegt wurden, erschien auch Eis. Wenn ein Thermometer während dem Gefrieren in das Wasser gelegt wurde, so stieg es in dem Augenblick, wo das Wasser gefroren war, bis zum Gefrierpunkt, indem eine Menge der verborgenen Wärme aus dem Wasser sich entwickelte. Hier sehen Sie deutlich, daß sich eine Menge verborgenes Feuer plötzlich entwickelt, und dieser Versuch zeigt, daß dieß keinesweges von der Verminderung merklicher Wärme abhängt, weil das Wasser seine Flüssigkeit behielt, ob es schon 7 bis 8 Grad unter dem Gefrierpunkt kalt war.

Das Feuer, welches das Wasser einsaugt, wenn es flüssig wird, wird beim Gefrieren wieder davon getrennt. Wenn ein Pfund Wasser von 32 Grad mit einer gleichen Menge Eis von zwei Grad vermischt wird, so wird beinahe ein Fünftheil des Wassers gefrieren, und die Temperatur der Mischung wird 32 seyn. Hieraus sieht man deutlich, daß durch das Gefrieren von beinahe einem Fünftheil eines Pfunds Wasser eine hinreichende Menge Feuer entwickelt wurde, um das Pfund Eis 30 Grad zu erheben; durch Berechnung aber werden Sie finden, daß die Wärme, welche bei dem Gefrieren des Wassers entwickelt wurde, genau derjenigen gleich ist, welche durch das Schmelzen des Eises eingesogen ward.

Die während dem Gefrieren des Wassers entwickelte Wärme zeigt, warum diese Flüssigkeit, wenn sie einem Grade der Kälte unter 32 Grad ausgesetzt, und zu gleicher Zeit sanft von dem Winde bewegt wird, aufhört zu erkälten, sobald als sie den Frostpunkt erreicht, dessen Temperatur fest stehen bleibt, bis alles gefroren ist: es ist nämlich bekannt, daß 32 Grade derjenige Punkt ist, unter welchem Wasser bei einer gelinden Bewegung fest wird. Wenn es daher bis auf diesen Punkt gebracht wird, so fängt es an zu gefrieren, und sein Feuer fahren zu lassen, und da die Entwickelung des Feuers in diesem Zustande von dem Gefrieren abhängt, so ergiebt sich hieraus einleuchtend, daß die Menge des entwickelten Feuers sich verhält wie die Menge des gefrornen Wassers. Mit andern Worten: durch ein hineingetauchtes Thermometer wird man finden, daß, so lange als es flüssig bleibt, die merkliche Wärme sich sehr geschwind vermindert, daß aber, sobald als es anfängt, fest zu werden, die merkliche Wärme größer wird als diejenige der Luft, der es ausgesetzt worden ist. Während dieser ganzen Zeit theilt es der

Luft Wärme mit, ohne daß sich dadurch seine merkliche Wärme vermindert. Das verborgene Feuer innerhalb der Flüssigkeit offenbart sich allmählich selbst, und indem es die Temperatur unterhält, wird es eine Quelle von merklicher Wärme, welche den nahe gelegenen Körpern und der umgebenden Luft mitgetheilt wird.

Dr. Irvine hat gezeigt, daß wenn Wallrath und Wachs geschmolzen werden, sie dieses verborgene Feuer enthalten; denn er fand, als er sie weit über ihren Punkt der Flüssigkeit erhitzte, daß sie ihre Hitze sehr bald verloren, bis einige Theile fest wurden; sodann behielten sie genau einerlei Temperatur, bis alles fest wurde, ob sie schon die ganze Zeit über der kalten Luft ausgesetzt waren; allein so wie sie feste wurden, würden sie wieder kälter, wie es zuerst der Fall war. Wallrath saugte von 141 bis 148 Grad ein, um flüssig zu werden, Wachs 175. Er goß eine bestimmte Menge geschmolzenes Zinn in Wasser, desgleichen eine gleiche Menge Zinn, welches bis zu dem nämlichen Grade erhitzt worden, aber noch nicht flüssig war, in eine gleiche Menge Wasser, wo denn das Wasser am meisten von dem geschmolzenen Zinne erwärmt wurde, indem das verborgene Feuer sich darans entwickelte.

Wenn Salpetersäure mit Eis oder Schnee gemischt wird, so erfolgt ein plötzliches Zerfließen. Mischungen überhaupt befördern das Flüssigwerden, und in diesem Beispiele wird ein sehr großer Grad von Kälte erzeugt, welche sich sehr leicht aus den vorhergehenden Grundsätzen erklären läßt. Um Eis zu schmelzen, müssen Sie eine sehr große Menge Feuer anwenden, welches sogleich von der Flüssigkeit verschlungen wird, und vermittelst des Thermometers nicht entdeckt werden kann. Bei einem plötzlichen Zerfließen des Eises müssen alle naheliegenden

Körper ihr Feuer mittheilen, um dasjenige zu ersetzen, welches durch das Schmelzen verschlungen wird; daher die große Kälte, welche wir empfinden.

Der Grundsatz von dem verborgenen Feuer erklärt auch die merkwürdigen Erscheinungen der künstlichen Kälte, die von einer Mischung von Schnee, Wasser und Salz bewirkt wird, da jeder Körper, welcher aus seinem festen Zustande in den flüssigen übergeht, eine Menge Feuer einschluckt, welches auf das Thermometer gar nicht wirkt; daher wird bei der Auflösung aller kristallisirten Salze Kälte erzeugt. Weil nämlich das Feuer sich mit den Partikelchen verbindet, um die Mischung flüssig zu erhalten, und seine Wirkung bloß darauf gerichtet ist, wird die Mischung merklich kälter.

Mit diesen Grundsätzen können Sie erklären, warum noch so vieles Eis auf der Oberfläche der Erde zurückbleibt, nachdem das Thauwetter schon einige Tage gedauert hat; denn obschon die Wärme der Atmosphäre, so wie nicht weniger die Strahlen der Sonne auf jedes Stück Eis ihre Wirkung äußern, so kann es hierdurch doch nicht sogleich geschmolzen werden, indem das Eis nach und nach alles Feuer verschlingt, was ihm mitgetheilt wird, bis es dessen soviel erhalten, um sich selbst in der Gestalt des Wassers zu zeigen. Auf gleiche Art können Sie sich erklären, warum das Eis in den Eisgruben nicht geschmolzen wird, welches gewiß der Fall wäre, wenn durch das Feuer, welches es aufnimmt, seine Temperatur erhöhet würde: die Temperatur aber wird nicht erhöhet, weil das eingesogene Feuer sich mit den Theilen bindet, um einen Theil in Wasser zu verwandeln, und dadurch seine vertheilende, ausdehnende Wirkung verliert.

Dr. Crawford hat gezeigt, daß vermöge der Gesetze des Einsaugens und der Entwickelung des Feuers die

göttliche Vorsicht auf eine sehr weise Art gegen die plötzlichen Abwechselungen der Wärme und Kälte auf der Oberfläche der Erde gesorgt hat. Denn würde kein Feuer bei dem Gefrieren entwickelt, so würde alles Wasser, wenn die äußere Luft eine Temperatur unter 32 Grad angenommen, plötzlich fest werden, und im Augenblicke des Gefrierens würde der Fortgang der Erkältung so schnell seyn als er es war, bevor die Luft bis zu diesem Punkte gelangte.

Allein sobald als die Atmosphäre unter 32 Grad abgekühlt ist, fängt das Wasser an zu frieren, und zu gleicher Zeit das Feuer von sich zu geben, was mit ihm verbunden ist. Daher bleibt, welches auch der Grad der Kälte der äußern Luft ist, die gefrierende Masse auf 32 Grad, bis alles Feuer sich entwickelt hat, und die ganze Masse gefroren ist; und da die Menge des Feuers, welches beim Gefrieren des Wassers sich frei macht, beträchtlich ist, so kann der Fortgang des Gefrierens bei großen Massen nur sehr langsam seyn.

Daher wird in den nördlichen und südlichen Gegenden bei Annäherung des Winters eine Menge Feuer aus dem Wasser gezogen, die dem Grade der Kälte verhältnißmäßig ist, den die Atmosphäre angenommen hat. Hierdurch nun wird die Strenge des Frostes gemildert, und sein Fortgang verzögert. Auch ist sehr wahrscheinlich, daß während diesem Verzögern der Erkältung die verschiedenen Arten von Thieren und Vegetabilien, welche sich in den Polargegenden befinden, das Vermögen erhalten, ihrem Einflusse zu widerstehen.

Wenn im Gegentheile während dem Schmelzen des Eises nicht eine Menge Feuer eingesogen, und außer Thätigkeit gesetzt würde, so würde jene Substanz, sobald sie einem wärmern Medium als 32 Grad sich ausgesetzt

fände, schnell flüssig werden, und das Erwärmen würde so schnell erfolgen, als ob keine Veränderung in der Form Statt gefunden hätte. Unter diesen Umständen würden die ungeheuren Eis- und Schneemassen, welche in den kalten Gegenden sich aufhäufen, bei Annäherung des Sommers plötzlich zergehen, und die Gegenden nahe um die Pole herum würden jährlich mit sehr großen Ueberschwemmungen bedeckt werden.

Der Wirkung dieses Gesetzes der Einsaugung des Feuers gemäß, fangen Eis und Schnee, wenn sie bei der Rückkehr des Frühlings die Temperatur von 32 Grad erreicht haben, an zu schmelzen, und zu gleicher Zeit das Feuer einzusaugen, welches, da es mit dem Wasser sich vereinigt, äußerlich keinesweges eine Wirkung äußert. Die Erde wird also nur allmählich erwärmt, und hierdurch jene stufenweisen Veränderungen zuwege gebracht, die für die Erhaltung der Thiere und Vegetabilien so wesentlich erforderlich sind.

Der menschliche Verstand sträubt sich, Thatsachen als Wahrheiten aufzunehmen, die der gleichförmigen Erfahrung seiner Sinne widerstreiten. Daher der so allgemeine Unglaube an die Wunder der Bibel; daher fand jener Holländer, welcher dem Könige von Siam erzählte, daß das Wasser in seinem Lande zuweilen bei kalter Witterung so feste würde, daß Menschen darauf gehen könnten, und daß es Elephanten tragen würde, keinen Glauben bei ihm. Bisher, antwortete ihm der König, habe ich die sonderbaren Ereignisse, von denen Ihr mir erzählet, geglaubt, weil ich Euch für einen verständigen und bescheidnen Mann hielt, allein jetzt sehe ich offenbar, daß Ihr ein Lügner seid.

Mahine, ein Eingeborner von Borabora, konnte selbst bei aller Ueberzeugung seiner Sinne sich nicht

überreden, daß diese Erscheinung ihre Richtigkeit habe. Der Anblick weißer Steine, wie er den Hagel nannte, und die in seiner Hand schmolzen, setzte ihn in das größte Erstaunen; und als er endlich mit vieler Schwierigkeit überzeugt worden war, daß ein großes Eisfeld nicht eigentliches Land sey, so nannte er es doch bei jeder Gelegenheit immer weißes Land, um es von dem übrigen zu unterscheiden.

Diese Unterscheidung des Wilden geschahe im wahren Geiste der Philosophie, denn Eis in kleinen Partikelchen ist eine Art von Erde, und in dichten Massen kann es für eine Art von durchsichtigem Steine angesehen werden. Die Russen wandten das Eis zu der nämlichen Absicht wie Steine bei der Verheirathung des Fürsten Gallitzin im Jahr 1739 an: ein Haus, welches aus zwei Abtheilungen bestand, wurde von großen Eisblöcken errichtet; die Ausmöblirung der Zimmer und selbst das Hochzeitbette, war von Eise gemacht worden; und die Eiskanonen und Mörser, welche zu Ehren des Tages abgefeuert wurden, thaten ihre Schuldigkeit mehr als einmal ohne während dem Abfeuern zu zerspringen.

Am Schlusse dieser Vorlesung wollen wir noch dem Herrn de Lüc in seinen Betrachtungen über einen in dieser Vorlesung abgehandelten Gegenstand folgen. Ich hatte, sagt er, das Thermometer zu meinem besondern Studium gemacht, und im Verfolge desselben suchte ich unter den Flüssigkeiten, die man darzu anwendet, eine aufzufinden, deren Ausdehnungen dem Anwachsen der Wärme, die sie verursacht, am meisten verhältnißmäßig wäre.

Dieß würde kein Gegenstand der Untersuchung geworden seyn, wenn die Ausdehnung jeder Flüssigkeit, obschon verschieden an Menge, in ihrem Fortschreiten verhält-

nißmäßig gewesen wäre. Daß dieß keineswegs der Fall ist, zeigte sich sogleich, wenn man den Gang eines Spiritusthermometer mit demjenigen eines Quecksilberthermometers verglich. Durch diese Vergleichung fand man ihren Gang so verschieden, daß sie auf keine Art dahin gebracht werden können, mit einander überein zu kommen, als wenn man die Grade des einen gegen diejenigen des andern ungleich macht. Sie müssen nämlich in einem steigenden Verhältnisse wachsen, welches bei dem Weingeistthermometer von unten anfängt, und sofort oberwärts geht, beim Quecksilberthermometer hingegen von oben herabwärts.

Aus dem verschiedenen Gang in ihrer Fortschreitung bei der nämlichen Vermehrung der Wärme ergab sich deutlich, daß weder das eine noch das andre dem Wachsen der Wärme verhältnißmäßig sey, und so entstand denn der Zweifel, ob es irgend eine Flüssigkeit gebe, welche sich nach Verhältniß der Grade der Wärme gleichmäßig ausdehne. In einer Reihe von Versuchen, um diesen Punkt durch Vergleichung des Ganges verschiedener Flüssigkeiten mit dem Gange des Quecksilbers zu bestimmen, entdeckte ich, sagt dieser Schriftsteller, mit Verwunderung das Mißverhältniß zwischen der Progression des Wassers und derjenigen andrer Flüssigkeiten. Wenn Sie das Wachsen des Volumens des Wassers und des Quecksilbers von dem Gefrierpunkte bis zum Punkte des siedenden Wassers in 800 gleiche Theile theilen, und die korrespondirenden Grade dieses Wachsens jeder Flüssigkeit mit einander vergleichen, so werden Sie finden, daß von der Wärme des schmelzenden Eises bis zum höchsten Grade der Wärme, welcher auf der Oberfläche der Erde Statt hat, wenn die Vegetation ihren Anfang nimmt (wir wollen diesen zu 10 Graden eines Thermometers in 80 Theile getheilt annehmen) das Quecksilber um 100 dieser

800 Theile und das Wasser nur um 2 wächst. Von diesem Punkte bis zu demjenigen, welcher nur im Sommer herrscht, (den ich zu 25 Grad annehme) dehnte sich das Quecksilber um 150 der 800 Theile, das Wasser hingegen bloß um 71 aus, so daß während der großen Sommerhitze das Volumen des Quecksilbers um 250 der 800 Theile, das des Wassers hingegen bloß um 73 gewachsen war. Die Ausdehnungen des Wassers wachsen also nicht in Verhältniß mit der Vermehrung der Wärme, indem die ersten Grade in Vergleichung mit den letztern sehr geringe sind.

Dieß war ohnstreitig eine sehr wichtige Erscheinung. Während ich nun über die Ursache weiter nachdachte, eine Hypothese entwarf, und mich bemühete, sie durch einen Versuch zu bestätigen, welcher sehr gut gelang, genoß ich so viel Vergnügen, als nur irgend eine physikalische Spekulation geben kann. Ich habe die Geschichte dieser Untersuchung bekannt gemacht, von dem Vergnügen selbst aber habe ich nur noch eine schwache Erinnerung. Als ich gleichwohl eines Tages erwog, daß das Wasser die am allgemeinsten auf unsrer Erde verbreitete Flüssigkeit ist, daß es sich in allen Substanzen findet, daß es das Vehikulum aller vegetabilischen und animalischen Nahrung ist, daß es in allen Gefäßen enthalten ist, welche ihnen Nahrung zuführen, kurz, daß in allen diesen Rücksichten, wenn das Wasser sich vom Anfange an schneller ausdehnte, die Einrichtung der Dinge umgekehrt werden würde; als ich dieß erwog, ward meine Seele ganz Bewunderung, ich fühlte mich selbst in dem Besitze eines wahren Schazzes, und ich denke nie an diesen Gegenstand, ohne das größte Vergnügen dabei zu empfinden.

Achte Vorlesung.

Von dem Feuer.

So groß ist die Kraft, so ausgebreitet die Wirkung, und so wunderbar die Art und Weise, nach welcher das Feuer wirkt, daß es in alten Zeiten von einer Nation, die vorzüglich vor andern als weise gehalten wurde, für das höchste Wesen angenommen ward. So nahmen es auch verschiedene Chemisten, nachdem sie seine außerordentliche Kraft aufgefunden hatten, für ein unerschaffnes Wesen an, und da viele unter ihnen alle Kenntniß, die sie erlangt hatten, diesem allgewaltigen Wesen zuschrieben, so nannten sie sich selbst Philosophen des Feuers, ein Titel, den sie ihrer Würde angemessen glaubten.

Die Erscheinungen des Feuers sind so sonderbar, und seine Wirkungen so auffallend, daß sie nicht leicht mit andern Erscheinungen in der Natur in Vergleichung gestellt werden können. Nur durch physische Versuche lernen wir seine Wirkungen einsehen. Hiervon werden Sie einen deutlichen Beweis in gegenwärtiger Vorlesung finden, wo ich besonders von der Ausdünstung handeln werde.

Wärme und Kälte, sagt Lord Bacon, sind so zu sagen, die Hände der Natur, womit sie hauptsächlich wirket. Die Kälte zieht die Körper zusammen, die Wärme hingegen dehnt sie aus, wodurch eine oscillirende

Bewegung in allen ihren Theilen unterhalten wird. So groß und wichtig sind die Hülfsleistungen dieser Veränderungen, daß sie jedes Jahr, jeden Tag, jede Stunde, jeden Augenblick erfolgen, wozu alles, Tag und Nacht, Licht und Finsterniß, Sommer und Winter mitwirken.

Daß eine geringe Vermehrung der Wärme die Luft ausdehnt, und sie in beständige Bewegung setzt, kann mittelst dieses einfachen Instruments bewiesen werden, welches Ihnen zu gleicher Zeit einen auffallenden Beweis von der ununterbrochnen Wirksamkeit des Feuers auf die Luft gewährt, da es Ihnen zeigt, daß diese Flüssigkeit nie in Ruhe ist, sondern unaufhörlich vibrirt.

Dieses Instrument ist eine bloße Florentinische Flasche, die ohngefähr zwei Unzen Weingeist enthält, und mit einer vier oder fünf Fuß langen Röhre von einem schwachen Kanal versehen ist: das untere Ende dieser Röhre steht unter der Oberfläche der Flüssigkeit, doch nicht so, daß es den Boden berührt, und an der Röhre befindet sich eine graduirte Skale. Die Verbindung des Halses der Flasche mit der Röhre ist luftdicht, welches vermittelst einer messingenen Büchse und einem harten Zemente bewerkstelliget worden. Da die Menge Luft so groß, und die Röhre so eng und lang ist, so haben Sie hieran ein artiges Thermometer, welches, wenn es an ein offnes Fenster gestellet wird, nie ruhig bleibt, und Ihnen zeigen wird, daß die Temperatur der Wärme sich bei jeder, selbst der kleinsten Luftbewegung, und bei jedem Vorübergange einer Wolke, ändert.

Von der Ausdünstung.

Nach der Verschiedenheit der Textur und Dichtigkeit der Flüssigkeiten wird auch der Durchgang des Feuers durch dieselben mehr oder weniger verzögert; daher sind, weil das Feuer beim Herausgehen einen Theil der Flüssigkeit mit sich fortreißt, einige Flüssigkeiten geneigter zu verdunsten oder in Dampf zu verfliegen, als andre. Man nennt diejenigen flüchtig, deren Theilchen bei einem geringen Grade von Wärme verfliegen.

Diese allgemeine Wirkung des Feuers kann Ihnen nicht unbekannt seyn, da sie tagtäglich und bei tausend Gelegenheiten sich ihrer Bemerkung darbietet. So sehen Sie, wie das Wasser ununterbrochen in Form eines Dampfes aus dem Theekessel, der Theeschale u. s. f. verfliegt. Gießen Sie eine geringe Menge Wasser in einen Theekessel, und setzen es ans Feuer, so wird es in kurzer Zeit verschwinden, weil es in Form von Dämpfen davon fliegt. Wenn dieser Dampf oder Dunst bei Vermehrung der Wärme sich nicht gehörig ausbreiten oder entweichen kann, so dehnt er sich mit solcher Gewalt aus, daß er die Gefäße zersprengt, worin er eingeschlossen ist.

Wenn der Dampf des kochenden Wassers frei entweichen kann, so erlangt das Wasser niemals mehr als einen gewissen Grad von Wärme; allein wird er in ein versperrtes Gefäß eingeschlossen, und kann das neu hinzu kommende Feuer nicht verfliegen, so wird die Elastizität des Dampfes sehr verstärkt, er wirkt nun zurück auf das Wasser, und verstärkt die Hitze so sehr, daß Blei im Fluß erhalten, und die härtesten Knochen in einigen Minuten erweicht werden.

Das Instrument, welches zu dergleichen Absichten (Taf. V. Fig. 6.,) eingerichtet ist, wird nach dem Namen des Er-

finders, und weil es die ihm ausgesetzten Substanzen durchdringt und aufleset, Papins Digestor genennt. Es ist ein starkes Gefäß, welches insgemein von Kupfer gemacht wird, und hat einen genau schließenden starken Deckel, welcher fest darauf geschraubt wird, so daß bei den größten Graden der Hitze der Dampf zurückgehalten wird. Um bei dem Gebrauche sicher zu seyn, ist eine Klappe an dem Deckel angebracht, um dem Dampfe Abgang zu verschaffen, wenn er zu heftig wird; diese Klappe wird vermittelst einer Schnellwage und eines Gewichts, welches darauf hin und her geschoben werden kann, um die Grade der Stärke des Dampfes innerhalb zu reguliren, niedergehalten.

Folgende Nachricht von den Umständen, welche die Zersprengung eines solchen Instrumentes begleiteten, wird Ihnen einen Begriff von der Stärke des Dampfes geben können. Nachdem Herr Papin alles gehörig eingerichtet hatte, und ohngefähr eine Pinte Wasser auf zwei Unzen Marksknochen gegossen, so setzte er das Gefäße horizontal zwischen die Stäbe des Rostes, so daß es halb im Feuer sich befand; nach drei Minuten fand er die Hitze außerordentlich groß, und da er bemerkte, daß sie in kurzer Zeit immer mehr und mehr zunahm, so gieng er nach einem an dieser Seite befindlichen Tisch, um das Eisen zu holen, womit er den Digestor regierte, und ihn aus dem Feuer zu heben, allein plötzlich zersprang der Digestor mit einem Knalle, als ob ein Gewehr abgeschossen würde. Eine Magd, welche melken gieng, hörte den Knall in einer beträchtlichen Entfernung, und die Bedienten sagten, daß das Haus geschüttert habe. Der Boden des Gefäßes, der im Feuer sich befand, hatte nachgegeben, wie er es vorhersagte; der Stoß des ausgedehnten Wassers zerstreute alle Kohlen des Feuers über das Zimmer, der übrige Theil des Gefäßes aber flog quer über das

Zimmer, zerschmetterte ein Tischblatt von einer einen Zoll starken eichenen Pfoste in unzählige Stücke, und prellte gleichwohl noch bis in die Hälfte des Zimmers zurück. Er konnte nicht das geringste Merkmal von Wasser entdecken, so sehr er sich auch darnach umsahe; das Feuer war ganz verloschen, und jede Kohle in dem Augenblicke schwarz geworden.

Wenn man einen Tropfen Wasser auf den Boden eines ausgepumpten Recipienten bringt, so wird er sogleich verschwinden, und in einen feinen Dampf verwandelt werden, welcher das Gefäße erfüllen, und dessen Druck gegen die innere Oberfläche, wenn er bis zu einem gewissen Grade erhitzt worden, so stark seyn wird, daß oft das Gefäß mit einer starken Explosion zerspringt. Diese Wirkung des Dampfes läßt sich schon hinreichend und deutlich mittelst der kleinen Maschinen beweisen, die unter dem Namen der Springkölbchen bekannt sind. Diese große Ausdehnung des Dampfes ist auch die eigentliche Ursache der Gefahr, wenn man Wasser in siedendes Oel gießt, oder auf geschmolzene Metalle, besonders auf Messing und Kupfer schüttet. Das Wasser, als eine schwerere Flüssigkeit als Oel, fällt zu Boden, wo es sogleich in Dampf verwandelt wird, und ein heftiges Aufwallen verursacht. Eine geringe Menge Feuchtigkeit, wenn sie sich mit heißen Metallen vermischt, wird mit einer solchen Heftigkeit in Dampf verwandelt, daß die Explosion ungleich stärker ist, als von Schießpulver; daher die Gefahr beim Gießen kupferner oder eiserner Gefäße; denn trifft das flüssige Metall nur die geringste Feuchtigkeit auf seinem Wege von dem Ofen bis zur Forme, so werden die wäßrigen Theile augenblicklich ausgedehnt, und werfen das Metall weit umher.

Wenn eine Menge Wasser in ein eisernes Gefäß gegossen wird, welches rothheiß glühet, so wird es wie

Quecksilber über das Gefäß laufen, allein ohne den Boden oder die Seiten zu berühren, indem es in Dampf verwandelt wird, welcher verhindert, daß das Gefäß damit in Berührung kommt.

Die Dampfkugel ist ein Instrument, welches auf eine sehr unterhaltende Art die Erzeugung und die Stärke des Dampfes darthut. Sie hat einen langen engen Hals mit einer kleinen Oeffnung, wodurch der Dampf mit großer Heftigkeit in Gestalt eines künstlichen Windes hervorströmt, welcher ein Feuer anblasen und ausbreiten, ein Licht auslöschen, und wenn man die Hand vorhält, dem Gefühle nach gleich einem starken Winde seyn wird.

Man setzt diese Maschine zuweilen auf einen kleinen Wagen, wie Taf. V. Fig. 5., und stopft in das Ende der Röhre einen Kork; so wie nun der Dampf hinreichende Stärke erhalten hat, so stößt er den Kork heraus, und strömt nach einer Seite, indeß die Kugel und der Wagen nach der entgegengesetzten Seite fahren.

Der Dampf des kochenden Wassers wird als mechanische Kraft bei der Dampfmaschine angewendet, deren bewundernswürdige Wirkungen jedermann bekannt sind.

Eine dieser Maschinen sollte zu Chelsea ausgebessert werden, und da die Arbeiter damit beschäftiget waren, den Fehler zu entdecken, zersprang plötzlich der Zilinder, und eine aus dem Bruche hervorbrechende Dampfwolke traf einen der Arbeiter, und tödtete ihn augenblicklich gleich einem Wetterstrahle. Seine Gefährten eilten ihm zu Hülfe, allein als sie sich bemüheten, seine Kleider abzureißen, so lösete sich auch zu gleicher Zeit das Fleisch von den Beinen ab. Eine umständlichere Beschreibung dieser Maschine wird im Verfolge dieser Vorlesungen vorkommen.

Die Kraft der Dämpfe von Weingeist hat schreckbare Zufälle verursacht, wenn die Röhre sich verstopft hatte, und der Kopf des Helms auf eine unkluge Art herabgebunden worden, um eine Explosion zu vermeiden. Die Dämpfe des Quecksilbers haben eiserne Büchsen zersprengt, so wie diejenigen des Salmiaks, der Salpetersäure u. s. f. wie bekannt, die chemischen Gefäße zerbrochen haben, in welchen sie eingeschlossen waren, und zwar mit solcher Gewalt, daß alle diejenigen in Gefahr gerathen sind, die nahe dabei standen. Ueberhaupt giebt es keine Substanz, welche in einen Zustand des Dampfes versetzt werden kann, die nicht in eben diesem Zustande eine elastische Kraft erhielte, welche im Stande sey, jedes Hinderniß zu überwinden, was ihr in den Weg gelegt wird.

Die Verwendung der Dämpfe schränkt sich nicht etwa nur auf einige wenige mechanische Maschinen ein, sondern ihr Nutzen erstreckt sich auf viele Künste; auch ist die Ausdünstung einer der großen natürlichen Prozesse, wodurch Vegetabilien mit dem zu ihrem Wachsthum erforderlichen Regen versehen werden.

In der Chemie bedient man sich derselben zu Trennung zweier Substanzen, deren eine wenigstens flüssig ist, und deren Grade der Flüchtigkeit verschieden seyn müssen. Auf diese Art erhält man ein Salz, welches im Wasser aufgelöset worden, in seiner konzentrirten Gestalt; durch Erhitzung wird das Wasser mit dem Feuer verbunden, und flüchtig gemacht, indeß die Salztheilchen, da sie schwerer und weniger flüchtig sind, zurückbleiben, und sich in einen festen Zustand mit einander vereinigen. Da während der Abdünstung die durch das Feuer verjagte Flüssigkeit ganz verlohren gehet, und zur Gewinnung der damit verbundnen festen Substanz aufgeopfert werden muß, so wird dieser Prozeß bloß angewendet, wo die Flüssigkeit

von so geringem Werth ist, als das Wasser. Ist die Flüssigkeit kostbarer, so bedienen sich die Chemisten der Destillation, bei welchem Prozesse sie sowohl die fixe Substanz, als auch die volatilische Flüssigkeit erhalten.

Von dem Aufwallen (Sieden) und Verdampfen. *)

Das Aufwallen oder Sieden ist ein begleitender Nebenumstand, der ganz von der Luft abhängt, die in den Flüssigkeiten enthalten ist; denn ist diese ganz weggenommen, so findet auch kein Aufwallen Statt.

Sie haben bereits gesehen, daß Wasser im luftleeren Raum eine große Menge Luft in Gestalt von Blasen giebt; diese entstehen mitten im Wasser, nehmen an Größe zu, und verfliegen alsdann. Wenn keine Blasen bei diesem Prozesse zum Vorschein kommen, so können sie dadurch erhalten werden, wenn man das Wasser bewegt; noch mehrere aber entwickeln sich, wenn man es erhitzt.

Die Luft, welche sich im Wasser befindet, wird verhindert, daß sie sich von den Partikelchen desselben trennt, indem die Atmosphäre ihren Druck darauf äußert; wird aber dieser Druck aufgehoben, so fangen alsdann diejenigen Partikelchen der Luft, welche besonders eine dazu günstige Lage haben, an, sich mit mehr Freiheit zu bewegen, und die Räume zu vergrößern, in denen sie sich befinden, wodurch wieder andern Partikelchen Gelegenheit gegeben wird, sich gleichfalls frei zu machen, und in kleine Blasen

---

*) S. Lettres de Mr de Luc à la Metherie in dem Journal de physique von 1790. 1791. 1792.

zu bilden. Da nun diese Blasen an Größe verschieden sind, so steigen sie mit verschiedenen Geschwindigkeiten; während dem Aufsteigen aber stoßen sie auf einander, und verbinden sich, der Raum also, den sie mit einander verbunden einnehmen, ist größer als die Summe der einzelnen Räume. Dieß ist die Ursache der oben zuerst erwähnten Erscheinung, denn durch die Bewegung des Wassers werden luftleere Räume gebildet, in welche andre Partikelchen dieses Fluidum, die sich von den Seiten des Wassers, das den leeren Raum umgiebt, frei machen, eintreten; hierdurch nun bilden sich wieder neue Luftblasen, die sich ohne diese Bewegung des Wassers nicht erzeugt haben würden. Wird endlich noch ein neuer Grad von Wärme dem Wasser mitgetheilt, so trennt ein ausdehnbares Fluidum, das feiner als die Luft ist, und in den Zwischenräumen zwischen den Wassertheilchen sich in beständiger Bewegung befindet, die Wassertheilchen, und setzt die Lufttheilchen in Stand, sich zu entwickeln, und so noch mehrere Luftblasen zu bilden.

Wenn alle Luft, die sich in irgend einer Flüssigkeit befindet, daraus vertrieben worden, so wird eine solche Flüssigkeit weder im luftleeren Raume, noch an der freien Luft aufwallen, sondern sie wird alsdann bloß an ihrer Oberfläche verdampfen; diese Verdampfung wird zwar langsamer erfolgen, doch aber immer noch die nämlichen Gesetze beobachten, und die unter der nämlichen Temperatur davon aufgestiegnen Dämpfe werden eben so dicht seyn, als diejenigen, die durch Sieden aus Flüssigkeiten aufsteigen, welche von Luft nicht gereiniget worden: denn der Grad der Wärme, bei welchem Flüssigkeiten kochen, ist derjenige, wo der Dampf allein im Stande ist, den aufliegenden Druck zu ertragen, indem der Dampf innerhalb der Flüssigkeit sobald gebildet wird, als irgend eine Trennung des Zusammenhangs erfolgt.

Dieses Räsonnement wird durch einen von Herrn Watt gemachten Versuch bestätigt. Dieser Physiker nämlich goß etwas Wasser in eine Barometerröhre, deren oberer Theil sich in eine Kugel endigte; nachdem nun die Luft von dem Wasser, welches sie enthielt, ganz herausgetrieben war, wurde die Kugel in ein Gefäß von Salzwasser getaucht, welches man nach und nach erhitzte. Das Steigen der Wärme, der Gang des Wassers, und das korrespondirende Fallen des Quecksilbers wurden sorgfältig angemerkt.

Den Augenblick, als der Dampf oder Dunst in dem Gipfel des Instruments die Hitze des kochenden Wassers erreicht hatte, wurde das Quecksilber in dem Barometer so weit herabgedrückt, daß es mit demjenigen in dem Behälter gleich stand; der Dampf in dem Instrumente war daher von der nämlichen Dichtigkeit, als die Dünste, welche das darin befindliche Wasser gegeben haben würde, wenn es gekocht hätte, da hingegen in dem gegenwärtigen Versuche kein Aufwallen Statt fand. Nach Verhältniß nun, als das Salzwasser mehr Hitze annahm, wuchs auch die Dichtigkeit der Dämpfe, und das Quecksilber innerhalb der Röhre fiel unter die Fläche desjenigen in dem Behälter, bis es endlich ganz aus der Röhre herausgetrieben wurde: gleichwohl entstand noch kein Aufwallen, obschon die Hitze viele Grade über dem Siedpunkte war.

Das Fallen der Quecksilbersäule und die gleichmäßige Vermehrung der Wärme in dem Wasser stimmte so weit, als es erwartet werden konnte, mit der bei andern Versuchen durch kochendes Wasser unter verschiedenen Graden des aufliegenden Drucks angenommenen Wärme überein.

Aus diesem Versuche werden Sie natürlicherweise folgern, 1) daß das Aufwallen bloß ein begleitender Re-

benumstand ist, und von der in der Flüssigkeit eingeschloßnen Luft herrührt; 2) daß bei einerlei Temperatur ähnliche Dünste von dem Wasser sich entwickeln, es koche oder koche nicht; 3) daß keine Aufwallung Statt hat, bis der in der Feuchtigkeit erzeugte Dampf nicht einen Grad von Ausdehnbarkeit erhalten hat, der hinreichend ist, die Flüssigkeit in Blasen unter jenem Drucke zu heben.

Nunmehr ist noch die Erklärung übrig, wie eigentlich der elastische Dampf im kochenden Wasser erzeugt wird, und wodurch die bleibende Wärme des kochenden Wassers unter dem nämlichen Drucke erhalten wird. Diese Erscheinungen lassen sich durch Versuche leicht erklären, denn diese werden Ihnen zeigen, daß der Dunst mitten im Wasser vermittelst der Luftblasen erzeugt wird, welche sich darin entwickeln. Diese Blasen erzeugen eine Trennung des Zusammenhangs, in welche der Dunst eintritt, sodann sich ausdehnt, und mit dem Feuer vereinigt; daher erkältet die Verdampfung die Flüssigkeit, und erhält sie bei einer gewissen Temperatur.

Wenn die Wärme geringe ist, ist der erzeugte Dampf so verdünnet, daß er das natürliche Bemühen der Luftblasen zum Entweichen nicht vermehrt; allein steigt die Wärme, so wird der Dampf, welcher in die Luftblasen tritt, ungleich dichterer, und die Blasen werden größer; steigt endlich die Hitze noch mehr, so wird der Dampf in den Blasen hinreichend dicht, um den Druck des Wassers zu überwältigen, er vergrößert den Raum, in dem er enthalten ist, und würde dieß bis ins unendliche thun, wenn er nicht ungehindert von der Oberfläche entweichen könnte. Herr de Lüc goß in eine Retorte mit einem langen Halse etwas Wasser, dem er vorher so viel als möglich die Luft benommen hatte, so daß keine Blasen sich frei machten, bis es die Hitze des Kochens erreichte. Die Retorte er-

hielt eine geneigte Lage, um zu verhindern, daß der Dampf durch den Hals weggienge. In dieser Lage entwickelte sich eine Luftblase, und brachte so viel Dampf zuwege, daß er in Einer Masse beinahe die Hälfte des in der Retorte enthaltnen Wassers herausdrängte; ein Beweis, daß ein gewisser Grad von Hitze erforderlich ist, um so hinreichend dichten Dampf zu bilden, daß er durch sich selbst den aufliegenden Druck überwältiget.

Die Luftblasen und der eingeschlossene Dampf werden gebildet, und entweichen bei geringerer Wärme, wenn der Druck auf die Oberfläche schwächer ist. Wenn daher der Druck der Atmosphäre weggenommen ist, so wird das Wasser bei einer Hitze kochen, die nicht über 95 Grad geht, d. i. 117 Grad unter der Wärme, die bei dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre erforderlich ist.

Je größer der Druck ist, ein desto größerer Grad von Hitze ist zum Aufwallen erforderlich, so daß in Papin's Digestor das Wasser einen Grad von Hitze annimmt, der demjenigen der Metalle gleich ist, wenn sie rothheiß glühen.

Sobald als der Dampf gebildet ist, und verfliegt, wird das Wasser kälter, erlangt aber durch neue Zuschüsse von Feuer seine vorige Wärme bald wieder. Das Wasser wird durch die Bildung des Dampfes innerhalb demselben abgekühlet; die Menge des Wassers wird also vermindert, allein die Wärme bleibt die nämliche, welche weder vermehrt noch vermindert wird. Das ununterbrochen übergehende Feuer wird, indem es einen größern Theil in Dampf verwandelt, weggeführt, so daß durch die Verdampfung die Hitze des Siedpunktes immer dieselbe bleibt; dieß kann durch Versuche deutlich bewiesen werden. So fand z. B. Herr de Lüc, daß der Weingeist, nachdem er ihn von Luft befreiet hatte, im Stande war, die Wärme

des kochenden Wassers zu ertragen, und schloß hieraus, daß wenn er die Luftblasen aus dem Wasser jagte, diese Flüssigkeit einen größern Grad von Hitze als 212 Grad ertragen müsse. Er unternahm den Versuch, der ganz seiner Erwartung entsprach, denn nachdem alle Luft ausgetrieben war, entwich auch kein Dampf, weil keine solche Blasen gebildet wurden, und das Wasser konnte bei dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre bis 22 Grad über den gewöhnlichen Siedpunkt erhitzt werden. Hieraus erhellet zugleich, daß Dampf oder Dunst bloß an der freien Oberfläche der Flüssigkeiten gebildet werden kann.

Im Verfolge dieser Versuche fand man, daß wenn das Thermometer über den Siedpunkt gestiegen war, es sogleich auf diesen Punkt wieder zurückfiel, indem die Entstehung und das Verschwinden neuer Blasen es gleichsam bis zu jenem Hitzgrade abkühlten.

Genau gesprochen bleibt daher der Siedpunkt nur in dem Dampfe, welcher entweicht, derselbe und fest bestimmt; denn die Temperatur des Wassers ist veränderlich, bald steht sie über, bald unter diesem Punkte, fällt aber, wenn sie höher ist, sogleich wieder, sobald als die Dampfblasen verschwinden. Je größer der Grad der Hitze ist, welchen das Wasser erhält, desto schneller sind diese Oscillationen der Temperatur. Die mittlere Temperatur indessen bleibt die nämliche, und die einzige Wirkung eines größern Grades der Hitze ist, daß von dem Wasser Dampfblasen von einer bleibenden Temperatur in größerer Anzahl und mit mehrerer Geschwindigkeit erzeugt werden.

Aus diesen Versuchen können Sie sich erklären, warum Flüssigkeiten durch Verdampfen kälter werden, und wie die Verdampfung vor sich geht. Die Partikelchen

des Feuers, die sehr fein sind, durchdringen und durchkreuzen alle Körper ununterbrochen und in jeder Richtung, und erleiden darin die verschiedenen bisher beschriebenen Modifikationen. Die Fortdauer oder Beständigkeit einer und derselben Temperatur in irgend einem Körper, und in der ihn umgebenden Luft hängt daher von einem Gleichgewichte in dem zu gleicher Zeit erfolgenden Uebergange der Partikelchen des Feuers von diesem Körper in die Luft, und von der Luft in diesen Körper ab, und dieses Gleichgewicht findet so oft Statt, als das Feuer auf einerlei Widerstand beim Ein- und Austritt trifft, und zwar sowohl bei festen Substanzen als bei flüssigen, in festen Körpern eingeschloßnen. Verschieden ist aber der Fall bei solchen, deren Eine Oberfläche nur frei ist, wie z. B. Flüssigkeiten; hier nämlich ersetzt das eintretende Feuer dasjenige nicht, was herausgeht, denn da letzteres weniger Widerstand erleidet als das erstere, so geht das Feuer geschwinder heraus als es eintritt, und nimmt die Theilchen des Wassers mit sich fort, welche es auf der Oberfläche antrifft. Hierdurch nun wird die Flüssigkeit kälter als die umgebende Luft, und die Wirkung ist nach Verhältniß größer, als die Theilchen der Flüssigkeit dem Eindrucke der Theilchen des Feuers leichter nachgeben.

Wenn die Theilchen, welche solchergestalt von der allgemeinen Masse losgetrennt worden sind, sich in einer gewissen Entfernung von einander halten, (welche Entfernung sich nach der Temperatur richtet) so bleiben sie mit den Feuertheilchen vereiniget, und Dampf ist das Resultat, welcher als ein ausdehnbares Fluidum angesehen werden kann, das vom Feuer seine besondern Eigenschaften erhält, indeß er wie andre Mischungen Eigenschaften erlangt, welche in den getrennten Ingredienzien nicht bemerkbar sind: allein wenn die Partikelchen des Dampfes innerhalb der obigen Entfer-

nungen gebracht worden, so vereinigen sie sich, und werden niedergeschlagen.

Zufolge der Versuche des Herrn Watt nimmt der siedende Dampf, wenn das Barometer 28 Zoll hoch steht, 1800 Mal mehr Raum ein, als das Wasser, aus dem er seinen Ursprung nimmt. Dieser Dampf ist rein, und sein besonderer Karakter ist, daß er durch sich selbst den Druck der Atmosphäre tragen kann. Wenn man den Raum vergrößert, den eine gegebene Masse dieses Dampfes einnimmt, indeß die Temperatur die nämliche bleibt, so dehnt er sich aus, erfüllt diesen Raum, und scheint keine andre Gränzen der Ausdehnung zu haben, als den Raum, worin er wirkt; allein läßt man ihn einen kleinern Raum einnehmen, so wird ein Theil des Dampfes zerstört, ohne die Dichtigkeit desjenigen zu vermindern, welcher zurückbleibt: in diesem Falle wird ein Theil des Wassers niedergeschlagen, und ein Theil des Feuers entwickelt. Die Entwickelung von Feuer wird die Zerstörung des überbleibenden Dampfes verzögern, wenn es nicht durch das Gefäße entweicht, worin der Dampf eingeschlossen ist.

Die Verdampfung eines Wassertropfens oberhalb eines Barometers drückte die Quecksilbersäule gegen einen halben Zoll herab, während das Thermometer 57 Grad hoch stand; der Dampf allein trug in diesem Falle, und bei dieser Temperatur eine Quecksilbersäule von einem halben Zoll Höhe. Wenn die Quecksilbersäule erhöhet wurde, indem man unten mehr Quecksilber zusetzte, so blieb der Druck auf die Quecksilbersäule noch der nämliche; ein Theil des Dampfes wurde zwar zerstört, allein der Rückstand behielt die nämliche Dichtigkeit, bis das Ganze zerstört war. Dieser Versuch stimmt mit einem andern sehr genau überein, den Herr Nairne unternahm, und bereits angeführt worden ist.

Wenn Sie das überlegen, was vorher gesagt worden ist, so werden Sie finden, daß die Luft an der Bildung der Dämpfe keinen Antheil hat; denn bei den Versuchen mit kochendem Wasser wird sie von dem Dampfe selbst ausgeschlossen, und bei den Versuchen im luftleeren Raume wurde sie ganz weggenommen; in beiden Fällen fanden gleichwohl die nämlichen Erscheinungen Statt, als wo Luft zugegen war. Die Herren de Lüc und Saussüre *) haben dieß zwar hinlänglich erwiesen; ich will jedoch hier noch einen Versuch anführen. Ein Barometer wurde in ein Gefäß gelegt, das mit Luft erfüllet war; nachdem der Dampf, der darin enthalten war, durch taugliche Salze eingesogen worden, wurde ein feuchter Lappen hineingelegt, und sodann das Gefäße verschlossen. Das Barometer stand, als es eingeschlossen wurde, auf 27 Zoll, das Thermometer ohngefähr auf 64 Grad; der höchste Grad der Verdampfung hob das Barometer bis auf $27\frac{1}{2}$ Zoll, und stimmte also so genau, als es nur erwartet werden konnte, mit den Versuchen der Herren Nairne und Watt überein.

Die Erscheinungen des wäßrigen Dampfes sind daher offenbar die nämlichen in freier Luft, wie im luftleeren Raume. Die Dichtigkeit des Dampfes bleibt überall und bei jeder Temperatur die nämliche, vorausgesetzt, daß die Partikelchen desselben sich in einem gewissen Abstand von einander halten. Es ist vollkommen gleichgültig, ob sie in der Luft oder im luftleeren Raume ausgedehnt werden, dafern sie nur innerhalb dieses Abstands bleiben. Die Dampftheilchen werden auch im luftleeren Raume von den Seiten des Gefäßes nicht besser gegen den

*) Mr. de Saussure Essais sur l'hygrometrie.

Druck der Atmosphäre geschützt, als es in der freien Luft von derjenigen Luft selbst geschieht, womit sie untermischt sind, und welche für sich allein schon diesem Drucke widersteht.

Ein Theil des Dampfes wird jederzeit zerstört, wenn die Luft, womit er untermischt ist, sich verdichtet. Auch ist es eine allgemeine Bemerkung, daß Feuchtigkeit durch Verdichtung vermehrt, und durch Verdünnung der Luft vermindert wird. Auf gleiche Art vermehrt sich auch im luftleeren Raume bei jeder Temperatur die Feuchtigkeit, wenn die Dampf-Partikelchen sich bis zu einem gewissen Abstande einander nähern, und vermindert sich, wenn sie weiter von einander weichen.

Jede Erscheinung beweist also, daß die Hypothese von der Auflösung des Wassers vermittelst der Luft schwankend, ohne allen festen und sichern Grund, und ganz unnöthig zur Erklärung der Ausdünstung ist, so wie zu gleicher Zeit jeder Zweig der Physik dadurch in Dunkelheit gehüllet wird.

Von dem verborgenen Feuer im Dampfe.

Kochendes Wasser ist, wenn man es vermittelst eines Thermometers untersucht, nach einem mehrstündigen Kochen nicht merklich heißer, als wie es zu kochen anfieng, obschon, um es in diesem Grade der Temperatur zu erhalten, nothwendigerweise ein lebhaftes Feuer unterhalten werden muß. Wo kommt nun die große Menge verwendetes Feuer hin? In dem Wasser befindet es sich nicht, und auch der Dampf zeigt keins an, denn bei Untersu-

chung des Dampfes wird man ihn selten heißer als kochendes Wasser finden. Dr. Black hat bewiesen, daß dieses Feuer von dem Dampfe verschluckt wird, und das, was solchergestalt verschluckt wird, ist zum Daseyn des Wassers in Form einer elastischen Flüssigkeit schlechterdings erforderlich, vermehrt aber die Temperatur desselben keinesweges.

Die folgenden Versuche des Dr. Black werden Ihnen diesen Gegenstand in volles Licht setzen. Er machte nämlich das eine Ende einer starken großen Platte von gegoßnem Eisen rothglühend, und setzte darauf zwei flache kreisförmige eiserne Gefäße von ohngefähr vier Zoll im Durchmesser, die jedes eine gleiche Menge Wasser faßten. Die Temperatur des Wassers wurde bemerkt, so wie es auf die Platte gesetzt wurde, als es zu kochen anfieng, und nachdem es beinahe verdampft war. Innerhalb vier Minuten fieng es an zu kochen, und gab Dämpfe, und in Zeit von 20 Minuten, indeß die Platte noch die nämliche Hitze hatte, war das Wasser ganz verdampft. Beim Anfange des Versuchs war das Wasser 54 Grad, und innerhalb vier Minuten stieg es 158 Grad oder bis zum Siedpunkte; während jeder folgenden vier Minuten empfieng es die nämliche Menge Hitze, d. i. innerhalb 20 Minuten fünfmal 158 oder 790 Grad. Wäre der Dampf mit großer Geschwindigkeit verflogen, so könnten wir sagen, daß dieß eine merkliche Wirkung der Vermehrung der Hitze war; allein da weder die Wärme des Wassers durchs Kochen vermehrt wird, noch der Dampf mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit verfliegt, so können wir zuverlässig schließen, daß das Feuer von dem Dampfe verschluckt, und ein Bestandtheil desselben wird. Der Ueberschuß der Wärme ist weder im Wasser noch im Dampfe merklich; denn wenn man ein Thermometer in den Dampf hält, so wird man ihn nicht heißer finden als kochendes Wasser.

Diese Folgerung erhält dadurch eine fernere Bestätigung, daß der Dampf, wenn er von der Kälte verdichtet wird, Hitze von sich giebt. Dieß zeigt sich besonders bei der Verdichtung dieses Fluidums während der Destillation, wo man bei Untersuchung des Kühlgefäßes findet, daß eine ungleich größere Menge Wärme ihm mitgetheilt ist, als möglicherweise von dem Feuer, welches vor der Verdichtung merklich wirkte, übergehen konnte. Dieß kann sehr leicht berichtiget werden, wenn man die Menge der Hitze, die dem Wasser in dem Kühlgefäße eines Helms von einer gegebenen Menge der übergehenden Flüssigkeit mitgetheilt wird, aufsuchet. Wenn daher das Kühlgefäße 100 Pfund Wasser enthält, und die Destillation fortgesetzt wird, bis ein Pfund übergegangen, angenommen daß das Wasser in dem Kühlgefäße acht Grad Wärme aufgenommen habe, so würde, wenn die ganze solchergestalt erhaltene Menge in ein Pfund Wasser gebracht werden könnte, letzteres 800 Grad erhalten. Daß nun aber diese Menge Wärme von dem Kühlgefäße aufgenommen wird, ist durch Versuche bewiesen worden, welches folglich zeigt, daß Wasser, wenn es in Dampf verwandelt wird, über 800 Grad Wärme verschluckt.

Dr. Black goß einiges Wasser in eine starke Flasche, legte in dieselbe ein Thermometer, und verstopfte sie dicht mit Kork. So setzte er sie in ein Sandbad, bis das Thermometer 20 Grad über den Siedpunkt kam, welches leicht bewirkt wurde, da der Druck des Dampfes auf das Wasser die Flüssigkeit einer größern Annahme von Hitze fähig machte. Er nahm nunmehr den Kork heraus, und glaubte, daß das Wasser augenblicklich sich in Dämpfe verwandeln und verschwinden würde. Dieß geschahe aber nicht: denn so wie der mechanische Druck weggenommen ward, erfolgte ein plötzliches und heftiges Aufwallen, während welchem ein Theil des Wassers zugleich mit einer

Menge Dampf aus der Flasche getrieben wurde. Die Wärme des Wassers in der Flasche sank beinahe in dem Augenblicke, als der Kork herausgenommen wurde, bis 212°. Da nun die Ueberschuß-Wärme sich in dem Wasser nicht zu erkennen giebt, ob sie schon eine Minute vorher merkliche Wirkungen in demselben geäußert hatte, so können wir sicher schließen, daß das Feuer, welches sie verursachte, mit dem Dampfe in Verbindung tritt.

Mr. Watt goß unter Anführung des Dr. Black eine Menge Wasser in Papin's Digestor, und brachte es bis auf 412 Grad. Nachdem er nun den Dampf eine lange Zeit unter einem solchen Drucke erhalten, glaubte er jetzt, daß wenn er Luft zuließe, und dem zurückgehaltenen Dampfe Freiheit verschafte, die ganze Masse Wasser sogleich verdampfen würde; allein dieß war keinesweges der Fall, sondern eine Menge Dampf flog mit beträchtlichem Geräusche und mit solcher Heftigkeit heraus, daß das Täfelwerk des Zimmers mehreremale schütterte, und ein ungleich größrer Theil Wasser blieb zurück, welcher sogleich bis 212 Grad herabfiel. Hieraus schloß man, daß das solchergestalt in Wirksamkeit gesetzte Feuer von dem Dampfe verschluckt worden, und daß hierdurch die Temperatur des Wassers bis zum Siedpunkte zurückgefallen war. Bei diesem Versuche wurde das Wasser 200 Grade über den Siedpunkt erhitzt. Wenn die Verwandlung des Wassers bloß von der Menge der merklichen Wärme abhienge, so müßte das ganze Wasser verdunstet seyn, da hingegen nur eine kleine Menge in Dampf fortgieng.

Ich habe mich ziemlich lange bei diesem Gegenstande aufgehalten, allein die Wichtigkeit desselben zur deutlichen Einsicht der meisten Erscheinungen in der Natur wird mich theils hinreichend entschuldigen, theils hoffe ich, Sie da-

durch aufgemuntert zu haben, daß Sie auch den fernern Versuchen über diesen wichtigen Zweig der Physik Ihre Aufmerksamkeit schenken werden; zumal da Sie wissen, daß Naturphilosophie darin besteht, durch Versuche den Erscheinungen nachzuforschen, die von der wechselseitigen Wirkung verschiedener Körper gegen einander entspringen. Da diese Erscheinungen unzählbar sind, werden es auch diese Versuche seyn; und keine Arithmetik kann die mannichfaltigen Wege berechnen, auf welchen die Körper der Erde durch natürliche und künstliche Mittel zur Wirkung gegen einander gebracht werden können.

Wenn acht Pfund Eisenfeilspäne bei 212 Grad mit einem Pfunde Wasser von 32 Grad mit einander gemischt werden, so wird die Temperatur der Mischung beinahe 122 Grad seyn; das Eisen wird um 90 Grade abgekühlt, und das Wasser um 90 Grad erhitzt werden.

Allein wenn acht Pfund Eisenfeilspäne von 300 Grad mit einem Pfunde Wasser von 212 Grad mit einander gemischt werden, so wird die Temperatur der Mischung 212 Grad, und ein Theil des Wassers sichtbar in Dampf verwandelt. Wenn ein empfindliches Thermometer solchergestalt aufgehangen wird, daß es mit dem Dampfe in Berührung kommt, der hierdurch erzeugt worden, so wird dieses gleichfalls eine Wärme von 212 Grad zeigen. Bei diesem Versuche sehen Sie, daß 88 Grad Feuer sich von dem Eisen trennten, und einen Theil Wasser in Dämpfe verwandelten, allein die Temperatur desselben nicht vermehrten; der Dampf, der solchergestalt verflog, war also von der Wärme des Siedpunktes. Da das Feuer, welches sich von dem Eisen trennt, dem Wasser nicht mitgetheilt wird, so muß es nothwendig von dem Dampfe verschlungen werden.

Aus diesen Versuchen erhellet deutlich, daß Feuer in Körpern vorhanden seyn kann, ohne sich auf eine andre Art als durch seine Wirkung auf die kleinsten Theile des Körpers zu entdecken, und daß diese Wirkung plötzlich solchergestalt verändert werden kann, daß es nicht länger auf die Theilchen der Substanz selbst, sondern auf äußere Gegenstände wirkt, in welchem Falle wir dessen Wirkung durch den Sinn des Gefühls, oder vermittelst des Thermometers gewahr werden. Auch sieht man aus diesen Versuchen, daß das Wasser in seinem flüssigen Zustande so viel Feuer mit sich verbunden hat, als es nur halten kann, und dennoch in diesem Zustande bleibt; oder mit andern Worten: das Elementarfeuer in dem Wasser dehnt oder trennt dessen Theile so sehr aus oder von einander, als es mit seiner Beschaffenheit als Wasser bestehen kann.

Wird irgend mehr zugesetzt, so kann es nicht eingesogen oder verbunden werden, oder seine Kraft auf die Theilchen des Wassers richten, ohne es in Dampf zu erheben: ein Theil von dieser hinzugekommenen ausdehnenden Kraft wird daher zur Bildung des Dampfes angewendet, und der übrige Theil den nahe gelegenen Substanzen mitgetheilt.

Auch sieht man hieraus so offenbar, als es ein Versuch zeigen kann, daß das Feuer die Ursache der Flüssigkeit ist: da nun Feuer, wenn es Wärme bewirkt, die Körper in jeder Richtung ausdehnt, so können wir schließen, daß es gleichsam aus einem Mittelpunkte gegen einen Umkreis wirkt, und daß Kälte eine Verminderung dieser Wirkung sey, oder eine Verdichtung und ein Zusammenziehen von einem Umkreise gegen einen Mittelpunkt; wenn also dem zufolge die ausdehnende Wirkung des Feuers innerhalb der Oberfläche eines Körpers begränzt wird, so kann

sie weiter auf das Thermometer nicht wirken, und in diesem Verstande verborgenes Feuer genannt werden. Wenn die ausdehnende Wirkung von den innern Theilen der Substanz gegen die Oberfläche übergeht, so afficirt sie nunmehr das Thermometer, weil das verborgene Feuer nun merklich wird.

Ein gewisser Grad des ausdehnenden Vermögens ist in allen Körpern vorhanden; man hat dieß das spezifische Feuer des Körpers genannt. Wenn die ausdehnende Wirkung des Feuers innerhalb einer Substanz größer wird, als sich mit dem Zusammenhange dieser Substanz verträgt, so wird sie in Dampf zerstreuet oder aufgelöset: dieß kann indessen auf solch eine Art geschehen, daß dieses Feuer bloß auf die getrennten Theile wirket, ohne irgend etwas von seiner Kraft auf äußerliche Substanzen zu verwenden; dem zufolge wird der Dampf auch bei einem Grade von Wärme, der weit unter demjenigen ist, bei welchem er erzeugt wurde, fortfahren als Dampf zu existiren. Wenn dieses verborgene Feuer in andre Körper übergehet, so hört der Dampf auf Dampf zu seyn, er wird verdichtet, und kehrt in den meisten Fällen wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurück.

Mit jeder Substanz ist eine ihr angemessene Menge Feuer verbunden. Wenn folglich Substanzen zersetzt werden, oder neue Verbindungen Statt finden, so wird entweder ein gleicher, oder geringerer, oder ein größerer Antheil von Feuer dazu erforderlich seyn: ist eine gleiche Menge erforderlich, so wird kein Feuer sich entwickeln, noch irgend etwas eingesogen werden; oder mit andern Worten, kein Theil von freiem Feuer wird gebunden, und kein Theil von gebundenem Feuer frei werden. Allein im zweiten Falle, wenn weniger Feuer zur

neuen Verbindung erforderlich ist, als bei der vorhergehenden Statt hatte, alsdenn wird ein Theil des vor der Zersetzung gebundnen Feuers in Freiheit gesetzt, und bleibt frei; dieses freie Feuer nun wird nach der Wiederzusammensetzung die Wirkung erzeugen, die wir Wärme nennen, und sich unmerklich unter die nahe gelegenen Körper vertheilen. Im dritten Falle, wenn mehr Feuer in die neue Verbindung tritt, als vorher darin war, wird das Feuer von den nahe gelegenen Körpern eingesogen werden, und aus dem Zustande des freien Feuers in denjenigen des gebundenen übergehen; da nun die umgebenden Körper solchergestalt eines Antheils ihres freien Feuers beraubt werden, so werden sie hierdurch kälter werden, welches so lange anhalten wird, bis das Gleichgewicht durch von andern Körpern mitgetheiltes Feuer wieder hergestellt worden ist.

Sie haben hieran ein deutliches und sicheres Kennzeichen, nach welchem sie bestimmen können, ob Feuer bei irgend einer Kombination frei, oder gebunden wird; im ersten Falle nämlich werden die nahe liegenden Körper erwärmt, im zweiten Falle hingegen erkältet werden.

Da in dem Falle, wenn bei irgend einem Prozesse Feuer eingesogen wird, Kälte entsteht, so können wir schließen, daß da, wo Kälte verspürt wird, eine Menge freien Feuers gebunden, oder daß durch die Kombination Feuer eingesogen worden ist.

Bei der Bildung der Dämpfe wird aber jederzeit Kälte erzeugt, folglich können wir versichert seyn, daß Feuer eingesogen werde, wenn Dünste gebildet werden, oder daß Dünste das Resultat von der Verbindung des Feuers mit einer Flüssigkeit sind, die in einen dunstartigen Zustand ist versetzt worden.

Da ein Einwurf gegen obige Theorie gemacht worden ist, so wird es erforderlich seyn, ihn vorher zu beleuchten, ehe wir weiter gehen können. Wenn kein luftartiges Fluidum gebildet werden kann, sagt derjenige, welcher diesen Einwurf macht, ohne daß ein Theil Feuer damit verbunden wird, so müßte jederzeit Kälte bei der Bildung jedes luftähnlichen Fluidum erzeugt werden; da doch bei der Verbindung kalkartiger Erden und aufbrausender Alkalien mit Säuern anstatt der Kälte eine merkliche Wärme während der Bildung der fixen Luft bemerkt wird.

Diese Erscheinung, weit entfernt, die vorhergehende Theorie zu schwächen, beweist bloß, das bei diesen Prozessen mehr Feuer entwickelt wird, als erforderlich ist, um fixe Luft zu erzeugen, welches daraus deutlich erhellet, daß man die Menge der Wärme willkührlich vermehren oder vermindern kann, je nachdem die Menge der fixen Luft in dem Alkali vermehrt oder vermindert wird; flüchtiges Alkali allein, vollkommen mit fixer Luft gesättiget, erzeugt Kälte anstatt Wärme, wenn die Luft daraus entwickelt wird. Herr Lavoisier hat sehr viele Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und alle dienen jene Behauptungen noch mehr zu bestätigen.

Von der Kälte, als Folge der Ausdünstung.

Sie haben bereits gesehen, daß Ausdünstung, ob sie schon durch das Feuer hervorgebracht wird, doch eine Ursache der Kälte ist; auch ist sie in der Natur das vornehmste Mittel, wodurch die Temperatur der Erde regulirt wird. Um diese Operationen zu verstehen, und um einen vollständigen und deutlichen Begriff von diesem Pro

zesse zu erhalten, wollen wir erst einige der merkwürdigsten Versuche selbst anstellen, dann werde ich Ihnen noch die Resultate einiger andern anführen, und zu gleicher Zeit zeigen, welche Anwendungen von diesem allgemeinen Phänomen gemacht werden können, als wodurch es zu einem der interessantesten Gegenstände wird.

Nehmen Sie dieses Thermometer hier, füllen es mit Wasser, und tauchen die Kugel in Wasser, worin sie so lange bleiben muß, bis sie einerlei Temperatur mit demselben hat. Nunmehr nehmen Sie das Thermometer heraus, und schwenken es in der Luft, worauf das an der Oberfläche der Kugel befindliche Wasser verdunsten, das in dem Thermometer enthaltene aber fallen wird. Wiederholt man dieses zu verschiedenen Malen, so wird endlich das Wasser in der Kugel selbst gefrieren.

Wenn Sie die Kugel eines Thermometers mit feiner Leinwand umwickeln, diese durch Benetzen mit Aether immer feucht erhalten, und das Ganze alsdann schwenken, oder geschwind in der Luft bewegen, so wird das Thermometer bis 0° herabfallen. Weingeist, Aether und verschiedene andre Flüssigkeiten erzeugen einen größern Grad von Kälte als Wasser, wahrscheinlich, weil sie leichter verdunsten. Der Grad von Kälte, welcher durch Ausdünstung erhalten wird, hängt also von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sie erfolgt. Nun hängt aber die Geschwindigkeit der Verdunstung des Wassers von einer bestimmten Temperatur, theils von dem herrschenden Wärmegrade, theils von dem Luftzuge ab, der auf das Thermometer wirkt, so wie theils von der Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft.

Zufolge der Versuche des Herrn Richmann wissen wir, 1) daß ein Thermometer, wenn es aus dem Wasser genommen, und der Luft ausgesetzt wird, jederzeit

falle, selbst wenn dessen Temperatur derjenigen des Wassers gleich oder selbst größer ist, 2) daß es nachher steige, bis es die Temperatur der Atmosphäre erhalten hat; 3) daß die Zeit, in welcher es fällt, geringer ist, als diejenige, welche es nöthig hat, um wieder zu steigen; 4) daß wenn das Thermometer, nachdem es aus dem Wasser gezogen worden, die gemeine Temperatur erhalten hat, dessen Kugel trocken ist, hingegen aber naß bleibt, so lange es unter dieser Temperatur steht.

Aus den Versuchen des Dr. Cullen erhellet, 1) daß ein Thermometer, welches in dem Recipienten einer Luftpumpe aufgehangen wird, während dem Auspumpen zwei bis drei Grade herabfällt, nachgehends aber wieder bis zur Temperatur des luftleeren Raums steigt. 2) Ein Thermometer, welches innerhalb dem Recipienten der Luftpumpe in Alkohol getaucht wird, fällt jederzeit, und zwar nach dem Verhältniß tiefer, als die Blasen größer sind, welche aus dem Alkohol aufsteigen. Wenn es aus dem Liquor genommen, und feucht in dem Recipienten aufgehangen wird, so fällt es acht bis zehn Grade, während dem die Luft ausgepumpt wird. Dr. Cullen setzte einige sehr flüchtige Flüssigkeiten unter den Recipienten einer Luftpumpe; eine derselben war Aether, und befand sich in einem Glase, in welchem sich auch zugleich Wasser befand; als die Luft ausgepumpt wurde, fieng der Aether an zu kochen, und sich in Dampf zu verwandeln, bis die Kälte unter dem Recipienten so groß wurde, daß das Wasser in dem Gefäße gefror, obschon die Temperatur des Zimmers gegen 50 Grade war.

Vermöge der Ausdünstung des Aethers können Sie zu jeder Zeit Wasser zum gefrieren bringen. In dieser Hinsicht müssen Sie eine dünne Glasröhre nehmen, um das Wasser zu fassen, und eine Flasche mit Aether, nebst

einer Haarröhre, die an dem Halse derselben fest gemacht worden. Ich will jetzt die äußere Seite der Glasröhre mit Aether anfeuchten, und die schnelle Verdünstung dieser so äußerst flüchtigen Flüssigkeit wird das Wasser bald in Eis verwandeln, welches selbst vor einem Feuer oder mitten im Sommer erfolgt.

Folgende Sätze können daher als die allgemeinsten Folgerungen aus den mit der Verdunstung angestellten Versuchen angesehen werden: 1) daß wenn ein Thermometer in irgend eine verdunstbare Flüssigkeit getaucht, und sodann wieder herausgenommen wird, es verschiedene Grade fallen werde, während dem die Kugel trocknet; sobald aber als die Flüssigkeit ganz verdunstet ist, so wird es wieder anfangen zu steigen, und so fortfahren, bis es die Temperatur der umgebenden Luft erreicht hat. 2) Daß die dadurch hervorgebrachte Kälte in Verhältniß größer ist, als die Flüssigkeit leichter verdunstet; die Kugel eines Thermometers, welche mit Wasser angefeuchtet worden, fällt nicht so schnell als eine, welche mit Weingeist angefeuchtet worden; und diese wieder weniger als eine, die mit Aether benetzt wird. 3) Wenn die Verdunstung auf irgend eine Art beschleuniget wird, Hitze allein ausgenommen, so wird sich die Kälte verhältnißmäßig vermehren, so daß also Verdunstung nicht bloß Kälte erzeugt, sondern daß auch der Grad dieser Kälte von der Geschwindigkeit der Verdunstung abhängt. 4) Daß wenn man fortfährt, die Kugel sobald wieder anzufeuchten, als sie trocken wird, die Kälte immer mehr und mehr wächst, weil die Kälte erzeugende Ursache in ihrer Wirkung fortfährt.

Die Schiffer halten oft bei stillem ruhigem Wetter einen naß gemachten Finger in die Luft empor, wo sie denn, wenn eine Seite desselben, während dem daß sie

trocknet, kälter wird als die andre, aus dieser Gegend her den Wind erwarten. Dieß ist auch in der That nicht ohne Grund, denn eine beinahe unmerkliche Bewegung in der Luft wird das Wasser an einer Seite des Fingers geschwinder verdunsten als an der andern, und auf diese Art Kälte erzeugen. Mittelst eines ähnlichen Versuchs können Sie sich von der Kälte überzeugen, die durch Verdünstung erzeugt wird; benetzen Sie nämlich Ihren Finger, indem Sie ihn in den Mund stecken, und halten ihn in die Luft empor, so werden Sie finden, daß er kalt wird, so wie die Feuchtigkeit verdunstet.

Obschon dieses Phänomen, daß durch Verdunstung Kälte erzeuget wird, nur seit kurzem erst von den Chemisten beobachtet wurde, so ist dieser Umstand doch schon längst benutzt worden, ohne daß diejenigen, die sich desselben bedienten, die Wirkungsart kannten. Man hat zu Aleppo in Syrien bemerkt, daß das Wasser in den Gefäßen jederzeit am kältesten ist, wenn das Wetter am wärmsten, und die brennende Sonnenhitze am stärksten ist. Die Hitze in diesen Gegenden der Erde ist zuweilen ganz unerträglich; da nun zu gleicher Zeit die Verdunstung durch die Außenseiten der Gefäße, welche von poröser Erde gemacht sind, sehr stark ist, so muß die Kälte innerhalb, der Menge des von außen verdunsteten Wassers verhältnißmäßig seyn. Kämpfer erzählt, daß die Winde an den Ufern des persischen Meerbusens so sengend heiß sind, daß Reisende in plötzliche Gefahr des Erstickens kommen, wenn sie ihre Köpfe nicht mit einem nassen Tuche bedecken; ist dieses zu naß, so fühlen sie sogleich eine unerträgliche Kälte, welche tödlich seyn würde, wenn die Feuchtigkeit nicht geschwind zerstreut würde.

Herr Swinburne sagt, man habe in einigen Gegenden Spaniens, eine Art von irdenen, unter dem Na-

men Buxaros bekannten Gefäßen, die bloß halb gebrannt, und von einer solchen porösen Erde sind, daß die Außenseite wegen des durchsickernden Wassers beständig feucht erhalten wird. In diesen Gefäßen bleibe das Wasser, wenn sie auch schon in die Sonne gesetzt würden, so kalt als Eis. Die Schwarzen zu Semigambia haben ein ähnliches Verfahren, das Wasser kalt zu erhalten; sie gießen es nämlich in gegerbte lederne Beutel, und hängen sie an der Sonne auf; das Wasser schwitzt dann mehr oder weniger durch das Leder, und hält solchemnach die Außenseite feuchte, wodurch, wegen der schnellen und immerfort dauernden Verdunstung, das Wasser abgekühlt wird.

Das Verfahren, wie man in Ostindien Eis macht, hängt ebenfalls von diesem Grundsatze ab, daß nämlich Kälte durch Verdunstung erzeugt wird. Die Eismacher graben Gruben von ohngefähr 30 Fuß in Quadrat, und zwei Fuß tief auf großen offnen Flächen. Den Boden dieser Gruben bestreuen sie mit Zuckerrohr, oder mit den trocknen Halmen von Indischem Korn, ohngefähr acht Zoll oder einen Fuß hoch: auf dieses Bette setzen sie nunmehr eine Menge unglasurter Pfannen, welche von poröser Erde gemacht worden sind, damit das Wasser durch ihre ganze Substanz dringe. Diese Pfannen, welche ohngefähr einen Zoll stark und einen Viertelszoll tief sind, werden gegen Abend im Winter mit Wasser gefüllt, welches vorher gekocht worden, und alsdann so gelassen bis zum Morgen, wo man in denselben mehr oder weniger Eis findet, je nachdem die Temperatur der Luft beschaffen ist; insgemein erhält man bei trockner und warmer Witterung mehr, als wenn der Himmel voller Wolken ist, wo der Körper gewöhnlich mehr Kälte empfindet. Alles ist bei diesem Prozesse berechnet, um Kälte durch Verdunstung zu erzeugen; die Betten, worauf die Pfannen gelegt wer-

den, machen, daß die Luft einen freien Zutritt zu den Boden derselben erhält, und die Pfannen, da sie beständig gegen ihre äußere Oberfläche Wasser schwitzen, werden durch die Verdunstung des Ausgeschwitzten abgekühlt.

Keller und unterirdische Gewölber in einer gewissen Tiefe, sind im Winter insgemein trocken, im Sommer hingegen feuchte. Im Sommer ist die Luft wärmer als das Innere der Erde, und das Feuer, welches jederzeit im Gleichgewicht sich zu erhalten sucht, dringt in die obern Lagen der Erde zugleich mit dem Wasser, was es bei sich hat. Dieses Wasser setzt es nach und nach in jenen Lagen ab, nach Verhältniß, als es tiefer eindringt, und auf kältere Erdschichten trifft. Auf diese Art entsteht in einer gewissen Tiefe die Feuchtigkeit, und diese Feuchtigkeit behalten die Erdschichten so lange, bis nach eingetretener kälterer Temperatur der Atmosphäre das Feuer von der Erde wieder in die Luft zurückgeht, und das Wasser mit sich nimmt, was während dem Sommer hier abgesetzt worden war.

Daß das Feuer, wenn die Luft es nicht verhindert, die Verdunstung stark befördert, ergiebt sich aus folgendem Umstande. Wenn Sie ein gehörig von Luft gereinigtes Barometer beträchtlichen Veränderungen der Temperatur aussetzen, z. B. an einem Fenster, auf welches die Sonne scheint, so werden Sie in dem obern Theile desselben bemerken, daß das Quecksilber sich hebt, und sich in kleinen Tropfen in dem leeren Theile der Röhre absetzet; diese Tropfen vergrößern sich allmählich, und fallen endlich vermöge ihrer Schwere wieder zurück. Es ist dieß eine wahre Destillation, welche bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre Statt findet; das Feuer, obschon in diesem Falle von unbeträchtlicher Dichtigkeit, hebt nämlich das Quecksilber, welches beinahe vierzehnmal schwerer

als Wasser ist, führt es wenigstens bis zur Höhe von zwei Zoll, und setzt es an der kältesten Seite des Glases ab, wo es vorzüglich durchzugehen strebt. Dieß ist eine unter verschiedenen andern Erscheinungen, welche beweist, daß Verdunstung keineswegs von einer auflösenden Kraft in der Luft entspringt; denn in diesem Falle war gar keine Luft vorhanden: sie ist also nur allein der Wirksamkeit des Feuers zuzuschreiben.

Aus demselben Grunde ist wegen der Ausdunstung der Bäume und Sträucher die Luft über einem Walde oder Gehölze kühler. Hierdurch werden die Pflanzen in einer gemäßigten Luft erhalten, und durch den aus ihren Blättern dunstenden Dampf gegen die brennende Hitze der Sonne gesichert; daher ist auch der Schatten, welchen vegetabilische Körper machen, ungleich wirksamer uns zu kühlen, und schon für sich selbst weit angenehmer, als irgend ein Schatten von Felsenwänden und Gebäuden.

Wenn der menschliche Körper sehr erhitzt ist, so dünstet er stark durch die Haut aus. Sind die Poren geschlossen, so wird das, was ausdunsten sollte, zurückbehalten, und wirkt einwärts auf den Körper, gleich dem Dampfe, der in Papin's Digestor eingeschlossen ist; das Blut steigt daher weit über die natürliche Hitze, und der Körper fiebert, so wie das Wasser in jenem Gefäße weit über die Hitze des Siedpunktes steigt. So übersteht die Menge des arbeitenden Volks die höchste Sommerhitze vermöge einer häufigen Ausdünstung, welche sie durch häufiges Getränke ersetzen; die Flüssigkeit wird durch die Transspiration weggeführt, und der Körper kühl erhalten, indem die Ausdünstung des Schweißes einen Theil des Feuers mit sich fortreißt. Die Arbeiter, welche in Glashütten, Gießereien u. s. f. beschäftiget sind, leben nicht selten in einem Medium, welches ungleich heißer ist,

als ihre Körper, deren Temperatur aber vermöge der Ausdünstung gleich gemacht und gemäßigt wird.

Bewundernswürdig ist diese Einrichtung der Vorsicht, welche dadurch die Hitze des brennenden Erdstrichs den Bewohnern dieser Gegenden weniger unerträglich zu machen wußte. Eine außerordentliche Hitze badet den Körper im Schweiße: allein der ausdampfende Schweiß führt einen großen Theil des Feuers mit sich, wodurch er verursacht worden war, und kühlt solchergestalt den Körper. Wenn die Ausdünstung durch die Bewegung der Luft vermehrt wird, so wird die Abkühlung größer; daher rührt der Gebrauch der Fächer und Ventilatoren, welche, obschon sie eigentlich die Absicht haben, die warme Luft in Bewegung zu setzen, doch zu gleicher Zeit abkühlen, indem sie die Ausdünstung erleichtern und befördern. Warme und trockne Luft schickt sich am besten, einen erfrischenden Luftzug zu erzeugen, weil hierdurch besonders die Feuchtigkeit abgeleitet wird. Hieraus können wir ebenfalls die Nothwendigkeit ersehen, die Luft in unsern Zimmern beständig zu erneuern, um sie kühle zu erhalten.

Diese Grundsätze, sagt Herr Chaptal, haben auch ein näheres Verhältniß zur Heilkunde, als man insgemein glaubt. Die meisten Fieber endigen sich mit Ausdünstung, welche, außer dem Vortheile, die krankhafte Materie abzuführen, zugleich auch die Eigenschaft besitzt, das Feuer abzuleiten, und so dem Körper seine gewöhnliche Temperatur wiederzugeben. Der Arzt, welcher die übermäßige Hitze in dem Körper eines Kranken zu mäßigen sucht, sollte besonders die Luft in so einer Beschaffenheit zu erhalten suchen, als seinen Absichten am angemessensten ist.

Sollte sich nach diesen Grundsätzen nicht auch die Wirkung verschiedener Arzneimittel erklären lassen? Man kennt den Nutzen des flüchtigen Alkali bei Brandschäden, bei Zahnschmerzen u. s. f. Sollten nicht diese Wirkungen der Flüchtigkeit dieser Substanz zugeschrieben werden können, welche, indem sie sich mit dem Feuer verbindet, und es mit sich führt, einen Eindruck der Kälte zurückläßt? Sollte nicht auch die Wirkung des Aethers, welches ein so vorzügliches Mittel bei Colikschmerzen ist, von den nämlichen Grundsätzen abhängen?

Die meisten Erscheinungen der Ausdünstung lassen sich sehr bequem und unterhaltend an diesen Glasröhren Taf. V. Fig. 7. mit hohlen Kugeln an ihren Enden bemerken. Die Kugeln sind von Luft leer, und halb mit Wasser oder Weingeist angefüllt. Wenn Sie beide Kugeln zu gleicher Zeit halten, so werden sie in keiner eine wallende Bewegung gewahr werden; allein fassen Sie bloß eine an, so wird diese von der Hand erwärmt werden, indeß die andre kalt bleibt, und das Wasser wird sogleich aus derjenigen, welche erwärmt worden ist, entfliehen und in die andre steigen, welche von einerlei Temperatur bleibt. Wenn alles Wasser in die von der Hand entfernteste Kugel übergegangen ist, so sehen Sie, daß es zu kochen anfängt, welches Aufwallen so lange dauern wird, als Sie die leere Kugel noch in Ihrer Hand halten.

Diese Erscheinungen können leicht zufolge dem erklärt werden, was ich Ihnen bereits gezeigt habe; indem nämlich das Feuer von der Hand in das Glas übergeht, so verwandelt sich die Feuchtigkeit, womit die Kugel dünn überzogen ist, in Dunst; allein werden beide Kugeln gleichmäßig erwärmt, so kann alsdann, da der Druck auf beiden Seiten gleich ist, der Dunst nicht wirken, und seine

Eigenschaften äußern. Wird aber nur eine dieser Kugeln erwärmt, so entsteht Dampf in großer Menge, und treibt das Wasser in die andre Kugel über; das Feuer, welches zu gleicher Zeit durchgeht, verursacht in der andern ein Aufwallen, weil es den erzeugten Dampf durch das Wasser in die andre Kugel treibt. Der hiervon entstehende Dampf läßt endlich an den kühlern Seiten des Glases sein Feuer wieder fahren. Daß dieses Aufwallen durch den Dampf, in welchen, mittelst der Wärme der Hand, die die Kugel umkleidende Feuchtigkeit verwandelt wurde, verursacht wird, davon können sie sich leicht überzeugen, wenn sie diese Kugel in die Hand nehmen, und sie in einer solchen Lage halten, daß das Wasser nicht wieder eintreten kann; jetzt nämlich werden die Seiten derselben bald ganz trokken werden, und das Aufwallen wird gänzlich aufhören: allein sobald Sie die innere Seite der Kugel mit einem Tropfen Wasser benetzen, wird auch sogleich das Aufwallen wieder anfangen.

Eine andre merkwürdige Erscheinung, welche dieses kleine Instrument Ihrer Aufmerksamkeit darbietet, und die sie vielleicht schon bemerkt haben werden, ist folgende: daß, so lange als irgend einige Feuchtigkeit an der innern Seite der Kugel in Dampf zu verwandeln ist, die Hand eine Kälte empfindet, wiewohl sie die Kugel genau umfaßt, indem nämlich alles Feuer, welches aus der Hand entweicht, sich mit dem Wasser verbindet, um es in einen elastischen Dampf zu verwandeln; allein sobald das Aufwallen und die Verdunstung aufhört, wird auch die Kugel warm.

Vermittelst dieses Instruments können Sie auch auf eine andre Art die vermöge der Verdunstung bewirkte Kälte beweisen. In dieser Absicht fassen Sie mit der Hand die Mitte der Röhre, und halten solche in einer ho-

rizontalen Lage, damit die Blasen oberhalb sind, und beinahe einerlei Menge Wasser in jeder sich befindet. Jetzt bestreiche man eine derselben zwei oder dreimal mit einem Haarpinsel, den man in Weingeist oder Aether eingetaucht hat, und Sie werden sehen, daß alles Wasser in die angefeuchtete Kugel übergeht, und heftig zu kochen anfängt; die Ursache dieser Erscheinung ist sehr deutlich, denn die Verdunstung von der befeuchteten Kugel hat einen Theil des Feuers, das darin enthalten war, weggeführt; da nun der Dampf in dieser Kugel sein Feuer verloren, und dadurch verdichtet worden, so wirkt er nicht mehr gegen denjenigen in der andern Kugel, welcher gegen das Wasser drückt, und das Aufwallen verursacht.

Hier ist eins von diesen Instrumenten, Taf. V. Fig. 9., das an einem Wagbalken mit den Kugeln aufwärts befestiget worden ist, nebst einem Brete gegenüber, in welchem zwei Oeffnungen sich befinden, die solchergestalt gestellt sind, daß sie mit jeder der beiden Kugeln zusammentreffen, wenn sie das Uebergewicht bekommt: dieß setze man gegen das Feuer, wo denn der Dampf von dem Wasser in der untern Kugel die Flüssigkeit bald aus dieser Kugel treiben wird, welche, nachdem sie in die andre gestiegen, schwerer wird und niederfällt, und da sie jetzt der dem Feuer zugekehrten Oeffnung gegenübersteht, so wird ein Theil des Wassers in derselben verdünnt, und treibt den Ueberrest in die andre Kugel, welche nun wieder fallen wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, sagt Dr. Franklin, daß diese Kraft der leichten Bewegung des Wassers von dem einen Ende zum andern eines beweglichen Balkens vermöge eines geringen Grades von Wärme sehr vortheilhaft zu gewissen mechanischen Absichten angewendet werden dürfte.

Von der freiwilligen Ausdünstung.

Die Versuche, welche wir mit unserm kleinen Glasapparat anstellten, haben uns auf die Betrachtung derjenigen Gattung von Dämpfen vorbereitet, welche bei einer sehr geringen Wärme aufsteigen, und gemeiniglich unmerklich sind. Da diese Verdunstung vollkommen ruhig erfolgt, so geht sie offenbar nur allein auf der Oberfläche vor sich, und ist daher verhältnißmäßig größer, als die Oberfläche mehr Breite hat. Wenn gleiche Mengen Wasser in zwei ungleiche Gefäße gegossen werden, deren eins breit und seicht, das andre enge und tief ist, so wird ersteres ungleich mehr ausdunsten als letzteres.

Man hat lange geglaubt, daß die Luft das Wasser auflöse, und auf diese Art Ausdünstung verursache; allein diese Meinung scheint keinen wahren Grund vor sich zu haben, auch ist das Gegentheil schon hinreichend bewiesen worden. Zwar giebt es eine beständige langsame Ausdünstung der Flüssigkeiten, welche der freien Luft ausgesetzt werden; allein es ist offenbar, daß das Feuer vorzüglich Ausdünstung bewirkt, weil diesen Prozeß jederzeit Kälte begleitet. Anzunehmen, daß die Luft auf das Wasser als ein Menstruum, oder Auflösungsmittel wirke, würde uns bloß auf den nämlichen Schluß bringen; denn wie wirken Auflösungsmittel? Keinesweges vermöge einer verborgenen Kraft in den Auflösungsmitteln selbst, noch in der Materie, auf welche sie wirken; sondern vielmehr vermöge etwas, was sich zu beiden gesellet.

Das Wasser löset Salz als ein Menstruum auf, indessen immer nur unter gewissen Bedingungen, welches beweist, daß sich die Kraft nicht im Wasser befinde, sondern in ganz etwas anderm. Heißes Wasser wird ungleich mehr Salztheilchen auflösen und in sich nehmen, als

Wasser, welches kalt oder nur lauwarm ist; und wenn bei einem gewissen Grade von Kälte das Wasser sich in Eis verwandelt, so verliert es seine Beweglichkeit, und kann nichts mehr auflösen.

Da ferner jede Bewegung in der Richtung ihrer Ursache erfolgt, so kann man sicher behaupten, daß wenn ein Körper sich in irgend einer Richtung bewegt, eine Ursache vorhanden seyn müsse, die ihm diese Richtung mittheilt. Allein nimmt man an, daß Luft als ein Menstruum auf Wasser durch die Kraft der Anziehung wirke, so muß man auch annehmen, daß sie unterwärts wirke, und das Wasser aufwärts ziehe, welches aber den Gesetzen der Bewegung geradezu entgegen ist, weil, wie gesagt, alle Bewegung in der Richtung der bewegenden Ursache erfolgt: man muß daher das Aufsteigen des Dampfes als einen Stoß, als eine Wirkung einer Ursache erklären, welche sich überall verbreitet, und nach allen Richtungen wirkt. Wenn Dampf von der Oberfläche einer erwärmten Flüssigkeit aufsteigt, so erfolgt alles zusammenhängend und den Gesetzen gemäß; das Feuer entflieht auf dem nämlichen Wege, und so sind Ursache und Wirkung in einerlei Richtung. Wollen wir daher mit uns nicht im Widerspruch stehen, so müssen wir andre Fälle auf diesen reduciren und schließen, daß alle gelinden und langsamen Wirkungen nach dem nämlichen Gesetzen erfolgen, als die stärkere und schnellere Wirkung, deren Ursache bloß stärker ist.

Das Feuer, welches die Hauptursache der Trennung oder Auflösung ist, ist auch die Ursache der freiwilligen Ausdünstung. Erde und See dunsten aus, wenn sie gleich dem menschlichen Körper erwärmt werden; und noch niemand hat behauptet, daß die Ausdünstung von der Luft herrühre, die die Haut des Thiers umgiebt, denn

obschon dieser Dampf gleich demjenigen der Flüsse und des Meeres in die Atmosphäre übergeht, so ist es doch nicht die Luft außerhalb, sondern vielmehr das Feuer innerhalb, welches die Ursache davon ist; die Luft nimmt ihn bloß auf, und thut dieß mehr oder weniger, je nachdem ihr Zustand beschaffen ist, je nachdem sie nämlich mehr oder weniger kalt, mehr oder weniger dicht ist. Bedürfte diese Schlußfolgerung eine fernere Bestätigung, so nehmen Sie die bereits gemachten Versuche zu Hülfe, welche alle zeigen, daß die Ausdünstung in ungleich größerer Menge im luftleeren Raume, als an freier Luft erfolgt; da hingegen, wenn wir eine Auflösung annehmen wollten, keine solche Wirkung Statt haben könnte, da der aufzulösende Körper ohne Gegenwart des Menstruum ja nicht aufgelöset werden kann.

Die freiwillige Ausdünstung wird durch mechanische Bewegung sehr befördert. Der Erdboden, wenn er vom Regen naß ist, trocknet sehr geschwind, wenn der Wind scharf geht, wodurch nämlich die Wassertheile weggenommen, und in die Atmosphäre geführt werden: so wie Wasser, wenn es bewegt wird, die Theile der Erde oder des Schlamms von dem Boden hebt, und sie so lange von einander getrennt hält, als die Bewegung dauert, obschon die Erde auf dem Boden als Satz liegen, und das Wasser durchsichtig geblieben wäre, wenn man es nicht in Bewegung gesetzt hätte.

Unzählige Wirkungen erfolgen nach den weisen Gesetzen der Natur in ununterbrochner Ordnung, ohne daß wir sie bemerken, und erst nachdem wir sie durch genauere Betrachtung und Beobachtung entdeckt haben, erwecken sie unser Erstaunen. Ein Beispiel dieser Art haben wir am Wasser, welches von der Oberfläche der Erde in die Atmosphäre gehoben wird. Würden Sie wohl vermu-

thet haben, daß ein Morgen Land, nachdem er von der Hitze der Sonne im Sommer ausgetrocknet worden, über 1600 Gallonen Wasser innerhalb einem Zeitraum von zwölf der heißesten Stunden des Tages in die Luft zerstreut? Die Versuche, aus denen diese Berechnung durch Dr. Watson, Bischof von Landaff, abgeleitet wurde, sind so leicht, daß Sie die Richtigkeit dieser Folgerung sogleich selbst prüfen können. Er setzte ein großes Trinkglas mit der Oeffnung unterwärts auf eine abgemähete Wiese, zu einer Zeit, als es seit einem Monat und darüber nicht geregnet hatte, so daß das Gras braun und beinahe verbrannt war. In weniger als zwei Minuten wurde die innere Seite des Glases mit einer Dampfwolke überzogen, und in einer halben Stunde darauf fiengen bereits an Wassertropfen an verschiedenen Stellen an der innern Seite herabzulaufen. Dieser Versuch wurde verschiedene Male mit dem nämlichen Erfolge wiederholt.

Um die Menge des solchergestalt während einem gewissen Zeitraume aufgestiegenen wäßrigen Dunstes zu schätzen, maß der Bischof den Raum der Mündung des Glases, und fand sie zu 20 Quadratzoll: nun sind 1296 Quadratzolle in einem Quadrat-Yard, und 4840 Quadrat-Yards in einem Morgen Land enthalten; es wird daher, wenn man die Menge des Dampfes mißt, welcher von 20 Quadratzoll Boden innerhalb einer Viertelstunde aufsteigt, die Menge leicht zu berechnen seyn, welche bei dem nämlichen Grade der Wärme von einem Morgen Land innerhalb zwölf Stunden aufgestiegen seyn würde. Als das Glas auf der Grasfläche eine Viertelstunde gestanden, und eine Menge Dampf gesammelt hatte, so wischte er die innere Seite mit einem Stück Musselin aus, dessen Schwere er vorher gewogen hatte; sobald als das Glas trocken ausgewischt war, wurde das Musselin wieder gewogen, und die Vermehrung des Gewichts gab jetzt die

Menge Dampf, welche gesammlet worden war; die mittlere Vermehrung des Gewichts nach verschiedenen Versuchen, die den nämlichen Tag von 12 bis 3 Uhr angestellt wurden, betrug sechs Gran, die innerhalb einer Viertelstunde bloß von einer Fläche von 20 Quadratzoll Erde gesammelt worden waren. Wenn Sie sich nun die Mühe nehmen wollen, eine Berechnung anzustellen, so werden Sie finden, daß über 1600 Gallonen (acht Pinten auf eine Gallone gerechnet, und das Gewicht einer Pinte Wasser einem Civil-Pfund, oder 7000 Gran Troygewicht gleichgeschätzt) nach der hier erwähnten Schätzung von einem Morgen Land innerhalb zwölf Stunden aufgestiegen sind. Als er diesen Versuch nach einem Gewitterregen wiederholte, so fand er, daß ein Acker innerhalb zwölf Stunden über 1900 Gallonen gab.

Diese Ausdünstung erfolgt nicht nur von dem Boden selbst, sondern auch von den Blättern der Bäume, dem Grase u. s. f., womit er bedeckt ist, und ein großer Theil des solchergestalt ausgedunsteten Wassers fällt wieder als Thau zur Nachtzeit nieder, wo es von den nämlichen Vegetabilien wieder eingesogen wird, die es vorher ausdunsteten. Auf solche Art wird die Feuchtigkeit, selbst nur bis zu einer geringen Tiefe unter der Oberfläche der Erde, nicht sobald erschöpft, als wir wohl aus der Menge schließen könnten, die vermöge der Ausdünstung in die Luft steigt. Vielleicht besteht auch ein großer Nutzen des Mergels und der Düngung darin, daß der Erdboden, worauf sie gebracht werden, weniger seiner Feuchtigkeit im Sommer beraubt wird. Es giebt vielen sandigen und kalkartigen Boden, welcher über und über mit Kiesel- und Kalksteinen bedeckt ist, und wo die Kornärndte wahrscheinlich ungleich geringer ausfallen würde, wenn diese Steine aufgelesen und weggeräumt würden, da sie nicht nur dazu dienen, die Keime der Pflanzen zu schützen, sondern auch das

Verfliegen der Feuchtigkeit von dem Erdboden zu hindern.

Ob ein bloß feuchter Boden ungesund sey, kann immer noch sehr bezweifelt werden; allein daß Feuchtigkeit, die von der Erde oder von dem Wasser in einem Zustande der Fäulniß aufsteigt, ungesund sey, ist freilich ohne Zweifel. Die Ueberströmung des Nils setzt der Pest Gränzen, wahrscheinlich, weil hierdurch die Fäulniß in den Kanälen zu Groß-Kairo und andern Orten aufgehoben wird. Kalte und faule Fieber sind an den Sümpfen von Cambridgeshire und Lincolnshire bei trockner Witterung häufiger als in nassen Jahren. Die Irländer, welche jährlich herüber kommen, um daselbst die Aerndte zu verrichten, kennen diesen Umstand so gut, daß wenn drei oder vier trockne Jahreszeiten hinter einander daselbst gewesen sind, sie nur mit Widerwillen die Arbeit übernehmen, weil sie sich vor den fieberhaften Zufällen fürchten, die darauf nur zu gewöhnlich sich einstellen. Im Jahr 1748 setzten die Staaten von Holland das Land rings um Breda unter Wasser, und ließen es bis zum Winter stehen, um einer Krankheit Einhalt zu thun, die von der Feuchtigkeit und von den faulen Ausdünstungen eines nur bis zur Hälfte abgezogenen Bodens entstanden war.

Zufolge der Theorie der freiwilligen Ausdünstung können viele der gewöhnlichen Erscheinungen in der Natur erklärt werden. Wenn Sie ein kaltes Gefäß in ein warmes Zimmer bringen, besonders wo viele Leute versammelt sind, so wird die äußere Seite bald mit einer Art von Thau bedeckt werden: die Ursache dieser Erscheinung ist sehr leicht einzusehen; die Luft ist nämlich mit Dünsten, besonders aus den Lungen angefüllt; so wie diese nun auf das kalte Gefäße stoßen, werden sie verdichtet, das Feuer

geht in das Gefäß über, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, und indem es den Dampf verläßt, wird dieser in seinem flüssigen Zustande an der äußerlichen Seite des Gefäßes abgesetzt. Bei anhaltender kalter Witterung werden das steinerne Pflaster, die Wände eines Hauses, und andre feste dichte Gegenstände eines Theils ihres Feuers beraubt. Wechselt nun wieder die Witterung, und dringt wärmere Luft in das Haus, so geht das Feuer in diese Körper über, um ihnen die gemeine Temperatur wieder zu geben, und setzt bei seinem Uebergange den Dampf an der Oberfläche desselben ab. Wenn während einer Nacht, wo es gefrieret, die Luft von außen kälter ist, als diejenige von innen, setzt sich die Feuchtigkeit der innern Luft an die Glasscheiben der Fenster, und gefriert innerhalb in schönen Malereien.

Von dem Einsaugen des Feuers von gefärbten Substanzen.

Sie haben bereits gesehen, daß die verschiedenen Verfahrungsarten, deren man sich zur Abmessung der Wärme bedient, auf dem allgemeinen Grundsatze beruhen, daß verschiedene Substanzen Feuer in größerer oder geringerer Menge einsaugen. Einige bekannte Erscheinungen, die ich Ihnen jetzt vorlegen will, werden dieß in volles Licht setzen. Bei der Erwärmung von den Sonnenstrahlen hängt sehr viel von der Oberfläche der Körper ab; solche Körper z. B. welche das Licht stark zurückwerfen, nehmen die Wärme nur langsam an, so daß einerlei Körper, wenn er polirt ist, ungleich schwerer erwärmt werden kann, als wenn er eine rauhe Oberfläche hat, allein der größte Unterschied entsteht von der Farbe der Oberfläche.

Dieß wurde zuerst von Boyle, und in der Folge auch von Dr. Franklin bemerkt.

Es ist eine Eigenschaft der weißen Körper, das Licht zurückzuwerfen, der schwarzen hingegen, es in sich zu nehmen oder zu verschlucken; daher werden unter einerlei Umständen schwarze Körper heiß, wenn weiße nur wenig warm werden. Um dieß über allen Zweifel zu erheben, legte Dr. Franklin auf die Oberfläche des Schnees verschiedene Stücke Tuch von einerlei Textur, aber von verschiedenen Farben, so, daß sie alle gleich von den Strahlen der Sonne beschienen wurden, worauf innerhalb wenig Stunden das schwarze Tuch in den Schnee herabsank, indeß das weiße noch immer oberhalb der Oberfläche ruhig lag.

Herr de Saussüre erzählt, daß die Landleute der Gebürge in der Schweiz schwarze Erde über die Oberfläche des mit Schnee bedeckten Erdbodens ausbreiten, wenn sie gern wollen, daß der Schnee schmelzen soll, um den Samen auszusäen. Weiße Tücher, von welcher Substanz sie auch immer seyn mögen, sind jederzeit kühler, wenn sie der Sonne ausgesetzt werden, als schwarze von der nämlichen Textur. Wenn die Wand hinter einem Fruchtbaum zum Theil weiß, und zum Theil schwarz angestrichen wird, so werden die Früchte an dem schwarz angestrichenen Theile früher reifen, als die übrigen. Dichte Körper haben gleichfalls einen Vorzug vor lockern; Blei, welches schwarz angestrichen worden, wird mehr Feuer von der Sonne annehmen, und heißer werden, als Holz von der nämlichen Farbe. Der Unterschied, welcher vermöge der Farben einer und derselben Substanz verursacht wird, ist größer, als man eigentlich erwarten sollte, wie Sie selbst leicht sich davon überzeugen können, wenn Sie die Höhe beobachten, zu welcher ein Thermometer mit einer

schwarz angestrichenen Kugel steigt, in Vergleichung eines solchen, dessen Kugel reines Glas ist; wenn diese der Sonne ausgesetzt werden, so wird der Unterschied zuweilen über zehn Grad betragen, je nachdem das Sonnenlicht mehr oder weniger lebhaft, und die Luft mehr oder weniger rein ist; dem vollen Tageslichte ausgesetzt, wird das Thermometer mit der schwarz gefärbten Kugel jederzeit etwas höher stehen, als das andre. Werden beide Thermometer ohngefähr zwei Zoll von einer Lampe entfernt gesetzt, so steht das gefärbte Thermometer immer um etwas höher als das ungefärbte, allein in einer Entfernung von 14 oder 15 Zoll verschwindet dieser Unterschied.

Die Beobachtung, daß verschiedene Farben verschiedene Grade von Wärme erlangen, ist von einigen französischen Schriftstellern dem Dr. Franklin zugeschrieben worden; indessen, welches Verdienst auch in dieser Entdeckung ihm beigemessen werden kann, so scheint doch vermöge des folgenden Auszugs, daß Dr. Franklin selbst nichts über diesen Gegenstand gesagt hat, als was bereits von dem großen Boerhave hierüber ist gesagt worden. Ueberhaupt sollte jeder, welcher begierig ist, die Wunder einzusehen, welche sich von selbst bei der Betrachtung des Feuers darbieten, Boerhave's unvergleichbare Abhandlung darüber lesen.

„Wenn die Sonne, sagt er, lange auf schwarzen Körpern liegt, so wird sich darin eine außerordentliche Wärme anhäufen, daher denn solche Körper am stärksten erhitzen, so wie sie auch am geschwindesten trocknen, nachdem sie mit Wasser angefeuchtet worden; auch brennen sie am besten. Man hänge ein Stück Tuch an die Luft, der Sonne ausgesetzt, dessen ein Theil schwarz, der andre weiß, ein andrer scharlach u. s. f. gefärbt worden, so

wird der schwarze Theil immer am heißesten gefunden werden, und zwar ungleich früher als die übrigen; der weiße Theil nimmt die Wärme am langsamsten an, der übrige nach Verhältniß, als seine Farbe heller oder schwächer ist.

„Dieß war den Völkern sehr wohl bekannt, welche die wärmern Erdgegenden bewohnen. Sie tragen nämlich Oberkleider von einer weißen Farbe, weil diese den Körper am besten gegen die Hitze der Sonne schützen, da hingegen die schwarzen diese Hitze vermehren. Auch ist von den Tuchmachern bemerkt worden, daß wenn sie zu einerlei Zeit und an einerlei Orte zwei nasse Stücken aufhängen, deren eines schwarz, das andre weiß ist, das erstere geschwind rauchen und trocknen wird, da hingegen das letztere das Wasser am längsten behält; und daß überhaupt Tücher von andern Farben um so langsamer trocknen, je lichter ihre Farben sind.

„Auch hat man seit langer Zeit bemerkt, daß alle schwarze Körper früher angezündet werden, und in Flammen gerathen, als solche von irgend einer andern Farbe, indeß das Feuer von einerlei Beschaffenheit ist. Der Staub von weißem faulen sogenannten Zunderholze wird kaum Feuer fangen, da hingegen wenn etwas auf schwarze Kohle gelegt wird, und es fällt ein Funke darauf, dieser Staub ihn sogleich annimmt, und Feuer fängt. Wenn ein Stück weißes Papier in den Brennpunkt eines Brennglases gelegt wird, so wird eine geraume Zeit hingehen, ehe es Feuer fängt, so wie es sich aber entzündet, verliert es seine Weiße, wird braun, und dann schwarz, worauf es auch sogleich in Flamme geräth; da hingegen ein Stück schwarzes Papier, wenn es unter den nämlichen Brennpunkt gelegt wird, sogleich Feuer fängt.

„Ein schwarzer Erdboden brennt die Fußsohlen, schont aber die Augen; geht man auf einem weißen Boden, so werden die Füße kaum warm, allein die Augen leiden dabei sehr stark: das nämliche gilt auch in Rücksicht der Malereien und Tapeten. Dieß giebt uns einen nicht unbedeutenden Wink, wie wir den Körper gegen die Hitze sichern, und zugleich das Licht von dem Auge abhalten können. So verschaffen Bedeckungen für den Kopf an der Außenseite weiß, der untere Rand aber vollkommen schwarz, dem Kopfe große Erleichterung bei der heißen Jahreszeit."

Denken wir über diese Thatsachen weiter nach, so lassen sich verschiedene Erscheinungen sehr leicht erklären, zum Beispiele, warum nämlich die höchsten Gegenden der Luft die kältesten sind, und so umgekehrt. Auf den Alpen, den Pyrenäen u. s. f. steigen Eis und Schnee höher als die Wolken, und scheinen sich noch zu vermehren. Dieß erklärt Dr. Black auf folgende Art. Obschon die Sonne auf unsrer Erde die Quelle der Wärme zu seyn scheint, so erwärmen doch ihre Strahlen keineswegs einen Körper, der vollkommen durchsichtig ist; ist der Körper nicht vollkommen durchsichtig, und reflektirt nur einige wenige Strahlen, so wird er zwar etwas erwärmt, aber in Vergleichung mit einem undurchsichtigen Körper ist dieß fast für nichts zu rechnen. Schwarze Körper werden von allen am geschwindesten erwärmt. Wenn ein Brennglas so gestellet wird, daß der Brennpunkt etwas unter die Oberfläche eines durchsichtigen Wassers fällt, so wird das Wasser keineswegs erwärmt: taucht man einen Stab in diese Gegend des Wassers, so werden die innern Theile sogleich zu Kohle verbrannt werden, indeß das umgebende Wasser die äußerlichen Theile gegen diese Wirkung schützt. Da die Lichtstrahlen durchsichtige Körper nicht erwärmen, so haben sie auch wenig Wirkung

auf die Luft. Die obere Luftgegend ist durchsichtiger als die untere, und die untern Gegenden erhalten beinahe alle ihre Wärme durch die zweite Hand vermittelst der Reflektion. Man kann die Atmosphäre ansehen, als ob sie aus sehr exzentrischen Lagen bestehe, deren untersten am dichtesten sind. Sie werden zwar durch die Wärme etwas verdünnt, dagegen werden sie aber auch durch die obern Lagen wieder zusammengedrückt. Ich habe Ihnen schon oben die Bemerkung gemacht, daß ein heißer Körper im luftleeren Raume seine Wärme verliere; die Wärme der untern Luftschichten wird daher durch den Druck der obern Luft auf die Oberfläche der Erde unterhalten, um hier ihre Wirkung zu äußern. Die Kälte der Luft verdichtet die Dämpfe, und macht, daß sie in Regen niederfallen, als wovon das Leben der Vegetabilien abhängt. Sie können hieraus den Vortheil der Bepflanzung der höhern Gegenden eines Landes sehen: denn so wie Gewächshäuser durch das Glas die Sonnenwärme aufnehmen, und die erwärmte Luft verschlossen halten, so verhindern diese Pflanzungen, daß die untern feuchten Schichten weggenommen werden, welche, wenn das Land nackt und bloß ist, sehr bald von den ausdorrenden Winden weggeführt werden.

Vom Glühen.

Wenn Körper bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden, so fangen sie an zu leuchten. Von einem Körper, welcher auf diese Art leuchtend worden, sagt man, daß er glühe, und die Wirkung selbst nennt man das Glühen.

Die Natur des Zusammenhangs zwischen Licht und Wärme hat bis jetzt noch nicht bestimmt werden können;

beide sind Wirkungen des Feuers, allein Wirkungen, welche getrennt werden können; daß aber ein Zusammenhang unter ihnen Statt finde, ist offenbar, denn je stärker das Licht ist, desto größer ist auch die Hitze, und je schwächer das Licht ist, desto geringer wird die Wärme gefunden.

Der Grad der Hitze, bei welcher Körper anfangen zu leuchten, oder Licht auszuströmen, glaubt man, sey bestimmt, und zwar nicht bloß in Rücksicht einerlei Körpers und zu allen Zeiten, sondern auch bei ganz verschiedenen Körpern. Legt man nämlich in einen Schmelztiegel eine Menge verschiedener Substanzen, welche die Rothglühhitze überstehen können, und wendet die hierzu erforderliche Hitze an, so wird man finden, daß sie sämmtlich anfangen zu einerlei Zeit zu leuchten, und so wie diese Hitze größer wird, eine tiefere oder blassere Farbe annehmen. Ein Maß, um den Anfang oder die niedrigsten Grade des Glühens zu schätzen, besitzen wir eigentlich nicht: das einzige Maß, welches wir besitzen, ist das Organ des Gesichts, welches aber so verschiedentlich afficirt wird, als verschieden die Umstände sind; außerdem können wir auch nicht sicher seyn, daß wir die niedrigsten Grade des Lichts empfinden, denn wir wissen, daß andre Thiere Gegenstände bei einem solchen Lichte sehen, welches für uns vollkommne Finsterniß ist. Eine Person, welche aus einem Zimmer herausgeht, das voller Lichter ist, und in ein Zimmer tritt, welches bloß mäßig erleuchtet ist, wird es ganz finster zu seyn glauben; da hingegen einer, welcher lange in einem finstern Zimmer sich aufgehalten hat, schon von einem schwachen Licht geblendet werden wird.

Daß das Glühen eine allgemeine Wirkung des Feuers ist, kann, wie ich glaube, sehr wohl daraus gefolgert

werden, weil es bei so vielen von einander verschiednen Körpern Statt findet: denn obschon viele Substanzen noch niemals zum Glühen gebracht worden sind, so würde es doch ganz unphilosophisch seyn, zu behaupten, daß sie des Glühens nicht fähig wären, weil der zum Glühen erforderliche Feuergrad schon an sich mehr als hinreichend ist, sie in einen elastischen Dampf zu verwandeln. Selbst Wasser, welches in seinem natürlichen Zustande sehr wenig fähig zu seyn scheint, einen so großen Grad der Hitze zu ertragen, kann mit Hülfe eines mechanischen Drucks so heiß gemacht werden, daß es Blei, Zinn und andre Körper schmelzt, eine Hitze, welche nicht viel unter den niedrigsten Graden des Glühens stehet, ja man behauptet für gewiß, daß der Dampf vom Wasser in der Dampfkugel glühend geworden sey. Auch hat Dr. Black den Dampf des Wassers so heiß gesehen, daß, als er ihn gegen den Aschenheerd eines Ofens gehen ließ, er beim Aufsteigen durch den Luftzug eine sehr durchsichtige Flamme erzeugte.

Von dem Verbrennen.

Das Verbrennen ist gleichfalls eine Wirkung des Feuers, obschon nicht ganz so allgemein wie die vorhergehende: es ist nicht leicht, einen genauen Begriff davon vermittelst einer Definition zu geben, da es in einer Verbindung verschiedener Erscheinungen besteht, welche während der Wirkung des Feuers auf brennbare Substanzen sich ereignen, und unter denen die hauptsächlichsten folgende sind: ein Fortdauern oder Vermehren der Hitze, eine innere Bewegung, ein Ausströmen des Lichts insgemein in Form der Flamme, und eine gänzliche Veränderung in der verbrannten Materie. Hier überwältiget

das Feuer seine Nahrung, zerstört die Natur derselben, ändert ihren Zustand, und verwandelt sie in Flamme und Licht.

Man unterscheidet bei dem Verbrennen einen dreifachen Zustand, das Anbrennen oder Entzünden, das Glühen und Verpuffen.

Entzündung findet Statt, wenn der Körper oder Theile desselben entweder in einem luftähnlichen Zustande sind, oder durch die bloße Verbrennungshitze in Dämpfe erhoben werden können, und die Flamme ist nach Verhältniß größer als der verbrennbare Körper flüchtiger ist. So wird die Flamme eines Lichts durch die Verflüchtigung des Talgs oder Wachses unterhalten, und diese durch die Verbrennungshitze bewirkt.

Glühen entsteht, wenn der verbrennliche Körper sich nicht in einem luftartigen Zustande befindet, auch nicht fähig ist, diesen Zustand durch die Verbrennungshitze anzunehmen.

Verpuffung ist eine geschwinde und schnelle Entzündung, welche wegen der augenblicklichen Bildung eines luftleeren Raums ein Geräusch verursacht.

Es giebt keine Erscheinung in der Natur, welche die Aufmerksamkeit der Physiker mehr auf sich gezogen und ihnen mehr Mühe gemacht hat, um eine gegen alle Einwendungen sichere Erklärung davon zu geben, als das Verbrennen. Einander ganz entgegengesetzte und widersprechende Theorien sind ausgedacht worden, um dieß Phänomen zu erklären, allein noch keiner hat es befriedigend erklärt; indessen ist doch durch die Entdeckung der dephogistisirten, reinen oder Lebensluft einiges Licht darüber verbreitet worden.

Unter den verbrennbaren Körpern findet ein sehr großer Unterschied Statt: einige brennen hell und mit einer leuchtenden Flamme, als Oele, Hölzer, Harze, Pech; andre brennen ohne merkliche Flamme, z. B. verschiedene Metalle, und Holzkohlen, wenn solche gut gebrannt sind; andre verbrennen langsam ohne merkliches Glühen, obschon mit Hitze. In allen diesen Fällen wird, wenn das Verbrennen vorbei ist, der verbrannte Körper in eine Substanz verwandelt, die von einer ganz entgegengesetzten Natur ist, und dem nämlichen Prozesse ferner nicht wieder unterworfen werden kann, sondern nunmehr ganz unbrennbar geworden ist. Eine solche Substanz kann zwar abgekühlet und auf die gewöhnliche Art erhitzt werden, allein brennbar ist sie weiter nicht mehr. Ueberhaupt ist die Natur der brennbaren Körper so beschaffen, daß wenn sie bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden, sie nicht nur heiß werden, sondern unter schicklicher Behandlung auch bis zu jedem Grade erhitzt werden können, welche solchergestalt erzeugte Hitze alsdann andern Körpern mitgetheilt werden kann, ohne daß die brennbaren Körper irgend einen Verlust an ihrer Hitze erleiden.

Der Rückstand der Verbrennung ist jederzeit schwerer als der Körper selbst, ehe er verbrannt worden, wie es besonders der Fall bei solchen ist, welche feuerbeständig, nicht aber flüchtig sind. Einige Körper scheinen indessen hiervon eine Ausnahme zu machen, da sie in freier Luft ganz verbrennen, ohne irgend einen Rückstand zu lassen, oder dieser Rückstand ist doch ungleich leichter als die ursprüngliche Substanz es war. Dieses kann dem ohnerachtet keinesweges den vorliegenden Satz schwächen, denn bei sorgfältiger Untersuchung werden Sie immer finden, daß, weit entfernt von einer gänzlichen Verzehrung, vielmehr gar keine Verzehrung Statt hat: die Substanzen würden in der That vernichtet zu werden scheinen, wenn

Sie die flüchtigen Theile nicht mit in Rechnung bringen wollten. Weingeist und Aether brennen, ohne irgend einen Rückstand in den Gefäßen, worin sie enthalten sind, zu lassen, indem die Materie, woraus sie bestehen, verflüchtiget und zerstreut wird; allein werden die gehörigen Mittel angewendet, das Produkt zu sammeln, so wird man im Allgemeinen immer finden, daß es die Schwere der angewandten Materie übertrifft. In Ansehung der Rückstände der Verbrennung können zwei Klassen unterschieden werden: 1) solche, deren Produkte fix sind; 2) solche, welche flüchtige Substanzen liefern. Im ersten Falle, wo Metalle kalzinirt, Oele ranzig gemacht werden, und bei Erzeugung gewisser Säuren, z. B. der phosphorischen, vitriolischen u. a. m. kann der Zuwachs des Gewichts leicht bestimmt werden. Im zweiten Falle hingegen ist es freilich schwerer, alle Produkte der Verbrennung zu wägen, und folglich die Vermehrung des Gewichts zu bestimmen; allein wenn das Verbrennen in umgekehrten Gefäßen geschieht, und alle Produkte gesammelt werden, so findet man doch immer, daß sie an Schwere zugenommen haben, welche Vermehrung des Gewichts denn genau dem Gewicht der Luft verhältnißmäßig ist, die sie einsaugen.

Soll eine Verbrennung erfolgen, so muß nothwendig erstlich Feuer in der festen oder flüssigen Materie vorhanden seyn. Zweitens muß die Luft freien Zutritt dazu haben. Drittens muß, um Feuer in den verbrennbaren Körper zu bringen, dieser bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden.

Daß der erste und der dritte Umstand erforderlich sey, ist offenbar, denn ohne Feuer kann kein Verbrennen Statt finden, und ohne angewendete Hitze könnte keineswegs diejenige feurige Bewegung hervorgebracht werden,

wodurch das Phlogiston entwickelt, und die umgebende Luft zersetzt wird. Zu beweisen, daß die Luft erforderlich sey, das Verbrennen zu unterhalten, ist wohl kaum nöthig.

Wir wollen diesen Weingeist anzünden, und sodann einen Recipienten darüber setzen, worin sich bloß eine geringe Menge Luft befindet. Sie sehen jetzt, wie bald das Brennen aufhört. Tauchen Sie dieses hellbrennende Stück Holzkohle in dieses Gefäß, welches höchst rektifizirten Weingeist enthält, und Sie werden sehen, wie es sogleich auslöscht, als ob es in Wasser wäre getaucht worden. Nehmen sie eine andre Kohle, und tauchen sie in den Spiritus, so daß ein Theil außerhalb der Oberfläche bleibt, so wird der Spiritus Feuer fangen; aber noch wird die Flamme an der Oberfläche bleiben, indem sie bloß auf diejenigen Theile der Flüssigkeit wirkt, welche an die Luft gränzen. Sie haben gesehen, daß ein Licht, welches an freier Luft helle brennt, unter einem Recipienten bald verlöscht.

Im Gegentheile wissen Sie auch, daß das Feuer durch einen Luftzug verstärkt wird, und es ist ein festes Gesetz der Natur, daß, sobald als das Feuer anfängt, sich auszubreiten, ein Luftzug von allen Seiten zuströmt, um es zu unterhalten; je größer aber das Feuer ist, desto schärfer strömt auch die Luft nach innen zu. Verbrennung ist also die vereinigte Wirkung des Feuers und der Luft, wodurch eine doppelte Bewegung unterhalten wird, eine Ausdehnung nach außen, und ein Druck nach innen. Daß hierbei eine Wirkung nach außen Statt findet, ersieht man deutlich daraus, 1) weil durch die Luft Wärme verbreitet wird, welche selbst noch in einer beträchtlichen Entfernung von dem Feuer als Feuer wirken, und Körper anzünden wird, wenn die Hitzstrahlen von einem hohlen

Spiegel reflektirt werden; 2) weil ein dunkler Körper, der diese Materie auffängt, einen Schatten hinter sich wirft; 3) weil ein ununterbrochner fortdauernder Luftzug in entgegengesetzter Richtung bemerkt wird: ein seidnes Schnupftuch, oder ein andrer leichter Körper, nahe gegen das Feuer gehalten, wird gegen dasselbe zufliegen, so wie auch dieser Luftstrom durch alle Fugen und Oeffnungen der Thüren und Fenster eines geheitzten Zimmers merklich gefühlt werden kann.

Von der Natur der atmosphärischen Luft.

Nun müssen wir zur Betrachtung der atmosphärischen Luft übergehen; diese, wie Sie bereits von selbst gefolgert haben werden, besteht aus einer Mischung von jeder Substanz, die im Stande ist, bei der gemeinen Temperatur und unter dem gewöhnlichen Drucke derselben einen luftartigen Zustand zu behaupten. Diese Flüssigkeiten machen nun eine gewissermaßen gleichartige Masse aus, die sich von der Oberfläche der Erde bis zur größten bisher erreichten Höhe erstreckt, und deren Dichtigkeit beständig im umgekehrten Verhältnisse des aufliegenden Drucks wächst. Gegenwärtig werde ich Sie zuvörderst mit der Zusammensetzung der untern Luftschicht, die uns zunächst umgiebt und worin wir athmen, und mit den großen Fortschritten bekannt machen, welche von den neuern Chemikern in diesen Untersuchungen gemacht worden sind: auch ist wohl keine andre Substanz aus dieser Classe strenger und eifriger untersucht worden, als die atmosphärische Luft.

In Folge dieser Untersuchungen halten die Chemisten für erwiesen, daß die atmosphärische Luft aus zwei luft-

artigen Flüssigkeiten bestehe, deren eine im Stande ist vermittelst des Einathmens das thierische Leben zu unterhalten, und worin Metalle verkalken, brennbare Körper verbrennen, indeß die andre gerade die entgegengesetzten Eigenschaften hat; sie kann von Thieren nicht geathmet werden, auch gestattet sie kein Verbrennen brennbarer Körper, noch eine Kalzination der Metalle. Die erste dieser Flüssigkeiten heißt reine Lebens- oder dephlogistisirte Luft; und ist mit einem eigenen Feuerstoffe verbunden, welchem letztern sie ihre luftähnliche Gestalt zu verdanken hat. Der erste Grundstoff vereinigt sich mit dem brennbaren Körper, verändert hierdurch seine Natur, und macht ihn schwerer, indeß das Feuer in Wärme und Licht sich entwickelt. Der andre Grundstoff oder Bestandtheil der Lebensluft bildet jederzeit Säuren, wenn er sich mit brennbaren Körpern vermischt, und ist daher von Herrn Lavoisier Oxigene oder Grundstoff der Säuren genennt worden. *) Die Natur dieser Luft wird sich am deutlichsten ergeben, wenn ich von den elastischen oder luftähnlichen Flüssigkeiten handeln werde. Uebrigens ist vermöge Beobachtungen berechnet worden, daß die reine Luft ohngefähr den vierten Theil unsrer Atmosphäre ausmacht, welcher obschon geringe Antheil allein für das hauptsächliche Wirkungsmittel beim Verbrennen anzusehen ist.

Wir wollen nun die Gesetze betrachten, nach denen das Feuer durch die Luft unterhalten wird. Das erste ist, daß der Druck der Luft das Feuer zusammenhält, und seine Zerstreuung hindert: durch diese Wirkung der

*) Diese Erklärungen giebt die neuere französische Theorie. Im Verfolge dieser Vorlesungen glaube ich erweisen zu können, daß einige Sätze dieses Systems zweifelhaft, und andere wieder irrig sind.

Luft wird das Feuer konzentrirt, und solchemnach sein Glanz sehr verstärkt. Sie haben gesehen, daß der elektrische Funken so hell und lebhaft ist wie der Blitz, wenn er in einem mit Luft erfüllten Zimmer hervorbricht, daß er aber im luftleeren Raume nur eine schwache leckende Flamme ohne alles Geräusch macht. Auch habe ich Ihnen gezeigt, wie bald das Feuer, womit Wasser geschwängert ist, entflieht, und wie bald es im luftleeren Raume abkühlt. Der Umriß, den die Flamme eines Lichtes hat, kann bloß einem Drucke zugeschrieben werden, welcher gleichförmig von jeder Seite wirkt, und dieser Druck kann kein andrer seyn, als derjenige der Luft, wie Sie sich leicht selbst überzeugen können, wenn Sie das Licht vorwärts bewegen, wo Sie finden werden, daß die Seite der Flamme, welche auf die Luft stößt, hell und vollkommen abgeschnitten seyn wird, indeß die Seite, die rückwärts ist, höckrig und zerstreut ist.

Da diese Erscheinung uns so gewöhnlich ist, so würdigt man sie selten einiger Aufmerksamkeit, und doch ist es etwas Erstaunenswürdiges, daß eine so schwache Flüssigkeit, als für welche man doch gewiß das Feuer halten kann, da seine Theile so außerordentlich fein sind, daß das Daseyn desselben auch von verschiedenen geläugnet wird, weil sie auf einer gewöhnlichen Wage nicht abgewogen werden konnte, nicht nur sich selbst, sondern auch die Luft, und zwar mit so viel Kraft, als die Versuche angeben, expandirt. Um dieß zu erläutern, wollen wir annehmen, daß die Atmosphäre auf die Flamme eines Lichts mit ihrer halben Kraft drücke, d. i. mit einer Kraft, die für jeden Quadratzoll sieben Pfund beträgt; nimmt man nun ferner eine Kugel von einer solchen Flamme an, deren Durchmesser einen Fuß beträgt, so wird die Luft ihre Oberfläche mit einer Kraft drücken, welche gleich 3164 Pfund ist, und doch behauptet das Feuer seine Dimensionen gegen

diese komprimirende Kraft, welche mehr als hinreichend zu seyn scheint, sie bis in ihren Mittelpunkt zusammen zu drücken.

Zweitens. Durch die zuerst dem verbrennbaren Körper mitgetheilte Hitze wird der gleichförmige Druck der Luft auf die Substanz verändert, und ein Einfluß oder Gegenwirkung derselben veranlaßt, wodurch beständig frische Luft zugeführt wird; von dem Antriebe dieser gegen den Mittelpunkt des Feuers, und der beständigen Ausdehnung des Feuers nach außen, entsteht dann eine beträchtliche Bewegung, welche das Verbrennen sehr erleichtert: und je heftiger die Gegenwirkung der Luft ist, desto größer ist auch die Wirkung des Feuers auf die Luft.

Drittens. Die Versuche haben nun deutlich bewiesen, daß die Alten Recht hatten, wenn sie allgemein behaupteten, daß die Luft das Feuer als ein Nahrungsmittel unterhalte, d. i. daß sie wirklich etwas von ihrer Substanz fahren lasse, um frische Materie herzugeben, welche das Feuer verstärkt, und ein Theil desselben wird. Bei dem Streite zwischen Luft und Feuer wird das Feuer vermehrt und die Luft vermindert; denn so wie das Feuer auf die Luft wirkt, so wirkt die Luft wieder auf das Feuer zurück: letzteres ist bekannt genug, so wie erstres durch Versuche deutlich werden wird.

Daß die Luft während dem Verbrennen vermindert werde, können Sie auf eine leichte Art zeigen, wenn sie den Brennpunkt eines Brennglases gegen einen verbrennlichen Körper richten, während dem dieser sich unter einem gläsernen Recipienten befindet, der in Wasser umgestürzt worden. Wenn dann der Apparat wieder kalt geworden ist, so wird das Wasser unter demselben höher als vorher stehen. Ich habe Ihnen bereits in der vierten Vorlesung

die Verminderung der Luft gezeigt, wenn Lichter unter einem Recipienten brennen. Hier sind einige Recipienten mit daran befindlichen Quecksilberproben. Um diese Wirkung in die Augen fallender zu machen, muß vorzüglich dahin gesehen werden, daß man die Recipienten so geschwind als möglich über die bereits angezündeten Materien decke. Wir wollen jetzt den Recipienten über diese Substanz decken, wo Sie die nämlichen Wirkungen bemerken werden, die Sie fanden, als wir mit einem brennenden Licht den Versuch machten. Die Probe wird zuerst herabgedrückt, steigt aber sodann gegen ein und einen halben Zoll. Zufolge dieser Versuche sieht man, daß, je größer und heller das Feuer in gleichen Räumen ist, das Feuerungsmittel sey übrigens welches es wolle, desto mehr Luft wird verzehrt; und obschon verschiedene Arten von Feuerungsmittel bedeutende Unterschiede verursachen können, so ist doch die allgemeine Wirkung von der Luft, keineswegs aber von dem Feuerungsmittel herzuleiten.

Nunmehr kann ich es wagen, Ihnen zu zeigen, welche Menge Luft eingesogen wird, und welcher Antheil derselben so viele Hülfe beim Verbrennen der Körper leistete. Sie haben bereits gesehen, daß Feuer, wenn es mit irgend einer Substanz innig verbunden ist, keine Merkmale der Hitze giebt, und daß die Hitze größer, und ihre Wirkungen um desto reißender sind, je nachdem mehr Feuer entbunden und in Freiheit gesetzt wird. Auch habe ich Ihnen gesagt, daß die atmosphärische Luft aus zwei luftartigen Flüssigkeiten bestehe, deren eine, die Lebensluft, zum Verbrennen erforderlich ist, und ohne welche es nicht fortdauern kann, indeß die andre, die phlogistisirte Luft zum Verbrennen ganz untauglich ist. Die erstere also, oder die reine Lebensluft wird nur eingesaugt, und unterhält das Verbrennen. Auch wissen Sie, daß jede luftartige Flüssigkeit diese Gestalt hauptsächlich dem mit ihrer

Basis verbundnen Feuer verdankt; reine Luft aber enthält eine große Menge mit ihrer Basis verbundnes Feuer. Beim Verbrennen selbst entsteht ein Einfluß der Luft gegen den erhitzten Körper, während dem daß die der verbrennbaren Substanz beigebrachte Hitze das darin enthaltene Feuer in Bewegung setzt, seine Verbindung mit der Substanz trennt, und den Zusammenhang ihrer Theile schwächt. Das Feuer von außen oder in der Luft vereiniget sich mit dem aus der Substanz freigemachten Feuer, die reine Luft wird zersetzt, ihre Basis oder der Grundstoff der Säuren vereiniget sich mit dem brennenden Körper, indeß das Feuer, welches gleichfalls frei geworden ist, mit dem Feuer vereiniget wird, welches die Entzündung anfieng. Hieraus entspringt eine Vermehrung der Wärme, welche eine große Menge Theilchen des brennenden Körpers geneigt macht, sich mit Theilchen zu verbinden, welche die Luft hergiebt, womit sie beständig versehen ist, und ohne deren Beistand das Feuer bald auslöschen würde. Bei dieser Trennung der Luft entweicht das damit verbundene Feuer, und offenbaret sich, wie gewöhnlich, durch Hitze, Licht und Flamme; je mehrere Theile nun in einer gegebenen Zeit gebunden und fixirt werden, um desto mehr Feuer entwickelt sich, und desto schneller und glänzender erfolgt das Brennen.

Bei jeder Verbrennung wird Lebensluft zersetzt, Feuer entwickelt, und folglich Hitze erzeugt. Die Hitze ist größer oder geringer nach der Beschaffenheit des brennenden Körpers: denn zufolge der Versuche der Herren Lavoisier und de la Place verzehrt eine Unze Holzkohlen beim Verbrennen 4037. 5 Kubikzoll Lebensluft, und giebt 3021. 1 Zoll fixe Luft. Diese Unze Holzkohlen verzehrt also 3 Unzen 4 Gran Lebensluft, und bildet 3 Unzen 5 Gran fixe Luft.

Zufolge dem, was bereits hierüber gesagt worden ist, sieht man also deutlich, 1) daß das Verbrennen durch

Lebensluft überaus befördert wird, da diese eigentlich das Verbrennen unterhält; 2) daß, je mehr Feuer entwikkelt wird, desto stärker die erzeugte Hitze seyn werde; 3) daß das beste Verfahren, eine heftige Hitze zu erzeugen, darin bestehe, Körper in der reinsten Luft zu verbrennen; 4) daß Feuer und Hitze um so stärker seyn müssen, je dichter die Luft ist; und 5) daß Luftzüge erforderlich sind, um das Verbrennen zu unterhalten und zu beschleunigen.

Nach diesen Grundsätzen können Sie sich nun leicht die Wirkungsart der Argandschen oder Zilinderlampen erklären; der Luftzug nämlich, welcher immerfort durch die Röhre Statt hat, erneuert die Luft jeden Augenblick, und indem solchergestalt immer eine neue Menge Lebensluft der Flamme zugeführt wird, so wird hierdurch eine Hitze erzeugt, die hinreichend ist, den Rauch zu zersetzen.

Auf gleiche Art läßt sich die heftige Wirkung eines Luftzugs gegen das Feuer und die Feuerungsmittel erklären. Einige Metalle schmelzen leichter als andre; Eisen ist ein Metall, welches zum Schmelzen den höchsten Grad des Feuers erfordert. Dieser Schwierigkeit ohnerachtet wird jedoch eine Stange Eisen, wenn man sie in eine Schmiedeesse legt, bis sie die Schweishitze erlangt hat, so daß sie vollkommen helle glüht, sie dann aus dem Feuer nimmt, und vermittelst eines gewöhnlichen Blasebalgs stark gegen das erhitzte Ende des Eisens bläset, anstatt durch diesen Luftzug abgekühlet zu werden, vielmehr noch weißer und heller glühen als vorher, bis das Eisen endlich in flüssiger Gestalt herabtropft, und glänzende Funken nach allen Richtungen sprüht, die schmelzend herab auf den Boden fallen. Wenn eine Kanonenkugel auf ähnliche Art vermöge eines großen Blasebalges erhitzt wird, so giebt sie ein herrliches Schauspiel, wo-

von nur diejenigen einen Begriff haben können, die es gesehen haben; die Augen werden von dem Lichte so geblendet, als ob man in die Sonne gesehen.

Die Schmiede, deren Beschäftigung größtentheils vor der Esse ist, sind mit der Wirkung eines solchen Luftzugs gegen das erhitzte Eisen mehr als zu sehr bekannt, und suchen daher sorgfältig zu vermeiden, das Metall nicht zu nahe gegen die Nase des Blasebalgs zu bringen. Ein Schmied, welcher in seiner Profession noch unerfahren ist, wird von diesem Umstande in Erstaunen gesetzt, den seine Bälge gewähren, indeß dadurch sein Eisen ganz verloren geht. Bei diesen schnellen Verbrennungen wird die nämliche Menge an Wärme und Licht innerhalb einer Sekunde Zeit erzeugt, als sonst nach dem gewöhnlichen Verfahren eine ungleich längere Zeit erforderte.

Folgender Versuch, der zuerst von Dr. Ingenhouß angestellt worden, wird dieß auf die unterhaltendste Art bestätigen. Ich nehme hier dieses spiralförmig gedrehte Stück feinen Eisendraht, stecke das eine Ende in den Kork der Bouteille, und befestige an das andre Ende ein Stück Schwamm. Nun fülle ich die Flasche mit Lebensluft, zünde den Schwamm an, bringe diesen nebst dem Drathe so geschwind als möglich in die Flasche, und verstopfe sie mit dem Korke. In dem Augenblicke, da der Schwamm in Berührung mit der Lebensluft kommt, fängt er, wie Sie sehen, mit der größten Heftigkeit an zu brennen; jetzt hat sich die Entzündung dem Eisendrahte mitgetheilt, welcher dem zufolge Feuer gefangen hat; sehen Sie jetzt, wie schnell er brennt, und welche glänzende Funken er sprüht; diese fallen in der Flasche zu Boden, und ob sie schon beim Abkühlen schwarz werden, so behalten sie doch einen Grad des metallischen Glanzes. So verbranntes Eisen ist zerbrechlicher als Glas.

Vermittelst der Lebensluft löthete Herr Professor Lichtenberg die Klinge eines Messers an eine Taschenuhrfeder. Die Herren Lavoisier und Ehrmann haben beinahe alle bekannten Körper der Wirkung des durch Lebensluft unterhaltnen Feuers ausgesetzt, und haben Wirkungen zuwege gebracht, welche mit dem Brennglase nicht erhalten werden konnten.

Herr Foster von Göttingen fand das Licht des Johanniswürmchens in der Lebensluft so schön und hell, daß ein einziges Insekt hinreichendes Licht gab, ein Buch mit klarer Schrift vollkommen deutlich zu lesen.

Von der Flamme.

Die Flamme wird insgemein als ein leuchtender Dampf erklärt, oder mit andern Worten, als der Dampf einer Substanz, welcher durch das Feuer aufgetrieben, und zu einem solchen Grade erhitzt worden ist, daß er ein häufiges Licht von sich giebt.

Körper sind nur vermögend eine Flamme nach Verhältniß der Menge des Dampfes zu geben, welcher von ihnen aufsteigt. So geben Holz, Kohlen u. s. f. welche eine große Menge Dampf ausströmen, eine starke Flamme, indeß an Blei, Zinn u. s. f., welche nur sehr wenig Rauch gewähren, kaum die geringste Flamme bemerkt werden kann.

Diese Regel leidet indessen einige Ausnahmen. Einige Dämpfe scheinen ihrer eigenen Natur nach unentzündbar zu seyn, und sogar geeignet, eine Flamme auszulöschen, wie diejenigen des Wassers, die mineralischen Säuren,

der Salmiak, der Arsenik u. s. f., indeß andre, z. B. der Aether, der Weingeist u. s. f. bei der geringsten Annäherung einer brennenden Substanz Feuer fangen. Letztere gewähren eine besonders merkwürdige Erscheinung, da sie zum Entzünden nicht gebracht werden können, ohne daß ihnen nicht eine Substanz genähert werde, die bereits schon flammt: so wird Weingeist, den man auf ein rothglühendes Eisen gießt, ob er schon sogleich in Dunst verwandelt wird, nicht anzünden, allein nähert man ihm ein brennendes Licht, so geräth alles mit einmal in Flamme. Ganz anders ist indessen der Fall mit Oelen, besonders mit solchen von gröberer Art, deren Dämpfe durch eine bloße Vermehrung der Hitze in eine Flamme ausbrechen werden, ohne daß man nöthig hat, ihnen eine bereits flammende Substanz zu nähern.

Es giebt indessen wahrscheinlich keine Art von Dampf, die nicht in Flamme verwandelt werden könnte, vorausgesetzt, daß der Grad der Wärme dazu hinreichend ist. Selbst der Dampf des Wassers, wenn man ihn durch glühende Kohlen gehen läßt, soll eine helle starke Flamme geben. Man hat die Muthmaßung geäußert, daß wenn Rauch in Flamme verwandelt wird, das verborgene Feuer, welches in dem Dampfe gebunden ist, frei gemacht werde, und die bereits geoffenbarte fühlbare Hitze vermehre.

Wenn ein Gefäß mit Oel über ein Feuer gesetzt wird, so fängt ein Dampf oder Rauch an davon aufzusteigen, welcher immer dicker und dicker wird, und endlich bei einer Hitze, die 400 Grad Fahrenh. nicht übersteigt, an einigen Stellen nahe an der Oberfläche des Oels zu leuchten anfängt. Allein, sobald ein brennendes Licht nur einen Augenblick in den Dampf gehalten wird, so wird alles sogleich mit einer Art von Explosion in Flamme ausbrechen, worauf das Oel ruhig fortbrennt, bis alles verzehrt ist.

Von der Flamme der Lichter.

Dieser Gegenstand ist bereits sehr genau von Herrn Nicholson *) untersucht worden, nach welchem wir finden, daß Wachs, welches bereits mit einem Theil Lebensluft verbunden ist, mit keiner so hellen Flamme brennt, als Talg oder Oel; daß es aber große Vortheile bei Verfertigung der Lichter gewähre, weil es einen größern Grad von Hitze erfordert, um zu schmelzen, als die andern beiden Substanzen.

Um diesen Vortheil ganz einzusehen, müssen Sie bedenken, daß Oele kein Feuer fangen, ehe sie nicht vorher durch Hitze flüchtig gemacht worden sind: das Oel steigt zwischen den Fasern des Dochts eben so aufwärts, wie Flüssigkeiten in Haarröhren steigen, und dieses Aufsteigen in den feinen Canälen des Dochtes wird die Kapillar-Attraktion genannt. Die am Ende des Dochts angebrachte Hitze verflüchtigt einen Theil des Oels, und setzt ihn in Flamme. So wie nun dieser Theil durch das Verbrennen zerstreut worden, steigt ein andrer Theil aufwärts, und ersetzt dessen Stelle, welcher seinerseits wieder erhitzt und verbrannt wird. Auf diese Art wird ein immerfort dauerndes Verbrennen unterhalten. Ein Licht unterscheidet sich indessen von einer Lampe durch einen sehr wesentlichen Umstand, dadurch nämlich, daß bloß der Talg flüssig wird, der sich in der Nähe des brennenden Dochtes befindet, und von dem noch ungeschmolzenen festen Theile wie von einem Becher umschlossen wird. Um diesen flüssigen Theil, sobald als er gebildet worden, abzuführen, muß man nothwendigerweise einen dicken Docht haben, weil außerdem die Flüssigkeit an den Seiten des Lichts

*) Nicholson's first principles of Chemistry, p. 487.

herablaufen würde; da hingegen Wachs nicht so leicht schmelzlich ist als Talg, so kann daher der Docht eines Wachslichts ungleich schwächer gemacht werden, als derjenige eines Talglichts.

Wir wollen jetzt den Unterschied in den Erscheinungen aufsuchen, der durch einen schwachen und einen starken Docht zuwege gebracht wird. Sie sehen, daß bei diesem Lichte, welches einen starken Docht hat, und scharf abgeputzt worden ist, die Flamme vollkommen hell ist, (welches immer der Fall seyn wird, wenn der Durchmesser nicht zu groß ist, wo sich alsdann in der Mitte ein dunkler Fleck befindet, und das Verbrennen aus Mangel der Luft verhindert wird). So wie der Docht länger wird, wird der Raum zwischen der Spitze des Dochtes und der Spitze der Flamme vermindert, und da folglich das Oel, welches an diesem Ende abgeht, in einer kürzern Strecke die Glühhitze erleidet, so wird es nicht so vollkommen zersetzt, und geht zum Theil in Rauch davon. Diese Verminderung des Raums zwischen der Spitze des Dochtes und der Flamme nimmt nach und nach immer mehr zu, bis endlich der obere Theil des Dochts über die Flamme reicht, und dem Ruße, der von der unvollkommnen Verbrennung entsteht, zum Sammelplatze dient. Unter diesen Umständen verschafft das Licht kaum den zehnten Theil der Erleuchtung, als sonst das vollkommene Verbrennen der Materialien geben würde; Talglichter machen daher ein beständiges Putzen nöthig. Zwar werden Sie in diesem Wachslichte auch sehen, daß so wie der Docht sich verlängert, das Licht ebenfalls schwächer wird, und der Becher mit geschmolzenem Wachs angefüllt ist; allein da der Docht schwach und biegsam ist, so bleibt er nicht lange im Mittelpunkte der Flamme aufrecht stehen, auch vergrößert er, wenn er daselbst bleibt, den Durchmesser der Flamme nicht, so, daß der Zutritt der Luft zu dem innern

Theile verhindert würde; sondern indem er sich auf eine Seite biegt, wenn seine Länge in der senkrechten Lage zu groß wird, so kommt sein Ende in Berührung mit der Luft, und wird zu Asche verbrannt, ausgenommen etwa so viel, als dagegen durch den beständigen Zufluß von geschmolzenem Wachse geschützt wird, welches vermöge der umgebenden Flamme verflüchtigt und vollkommen verbrannt wird. Wir sehen hieraus, daß das schwerere Flüssigwerden des Wachses es möglich macht, eine große Menge Flüssigkeit vermittelst eines schwachen Dochts zu verbrennen; und daß dieser schwache Docht, indem er sich auf eine Seite neiget, welches vermöge seiner größern Biegsamkeit erfolgt, ein freiwilliges Putzen auf eine ungleich genauere Art bewirkt, als je mechanisch bewerkstelliget werden kann.

Einige fernere Betrachtungen über einen so wichtigen Gegenstand, dessen bisher so oft erwähnet worden ist, werden Ihnen, wie ich hoffe, nicht unangenehm seyn.

Wenn ein Licht zum erstenmale angezündet wird, (welches immer vermittelst einer wirklichen Flamme geschehen muß), so muß dem Dochte ein Grad von Hitze gegeben werden, der zuvörderst zum Schmelzen, und sodann den Talg zu verdampfen, der dessen untere Fläche umgiebt, hinreichend ist. Genau in dieser Gegend wird der zuerst erzeugte Dampf durch Beimischung der Luft in eine blaue Flamme verwandelt, welche, indem sie beinahe augenblicklich den ganzen Körper des Dampfes umgiebt, ihm so viel Hitze mittheilt, daß er ein gelblicht weißes Licht umherstrahlt. Der unterdessen flüssig gewordene Talg wird, sobald als jener erste in Dampf verwandelte Theil oberhalb des Dochts verfliegt, vermöge der Kapillar-Attraktion des nämlichen Dochts heraufgezogen, um denjenigen wieder zu ersetzen, welcher verdunstet ist. Das

Bund feine Canäle oder Kapillar-Röhren, welche den Docht bilden, wird schwarz, weil sie in Kohle verwandelt werden, ein Umstand, welcher ihm mit allen andern vegetabilischen und animalischen Substanzen gemein ist; wenn das Oel, welches einen ihrer Bestandtheile ausmacht, durch Verbrennung zersetzt worden, so wird der feuerbeständige Theil auf irgend eine Art gegen die Wirkung der Luft gedeckt und geschützt. In diesem Falle verdankt die brennende Substanz ihren Schutz der umgebenden Flamme. Denn wenn der Docht durch die beständige Verzehrung des Talgs zu lang wird, um sich selbst in einer senkrechten Lage zu erhalten, so ragt der Gipfel aus dem Kegel der Flamme hervor und wird, weil er solchergestalt nunmehr der Wirkung der Luft ausgesetzt ist, völlig durchglüht, verliert seine Schwärze, und wird vollkommen in Asche verwandelt.

Der Theil der Flamme, welcher mit der Luft in Berührung kommt, erscheint von einer blauen Farbe. Der innere Theil der Flamme ist von dem äußern darin verschieden, daß er dichter ist, und ein starkes gelblichweißes Licht giebt. Diese zwei Theile der Flamme, die nicht nur durch die Farbe, sondern auch beinahe in jeder andern Eigenschaft von einander verschieden sind, sollten daher auch von einander durch gewisse Beinamen unterschieden werden. Der innere Theil kann, (wie es auch wirklich ist) als ein glühender Körper angesehen werden, und das Licht, welches von ihm ausströmt, kann das Glüh-Licht genennt werden, indeß dasjenige, welches von dem äußern Theile kommt, das Entzündungs- oder Verbrennungs-Licht heißen kann, denn in diesem Theile der Flamme ist es eigentlich, wo das Verbrennen anfängt und vor sich geht, und wodurch ein gewisses Drittes entsteht, indem die darauf eintretenden Erscheinungen mehr Folgen davon sind, als daß sie einen Theil dieses Prozesses ausmachen. Wenn

mehr Dampf aufsteigt, als sich mit der Luft innerhalb einer gegebenen Zeit verbinden kann, so erleidet der Ueberrest vermöge der fortgesetzten Wirkung der ihn umgebenden blauen Flamme einen stärkern Grad von Hitze, und wird geglühet.

Von dem Phlogiston.

Der Verbindung wegen mit unserm Gegenstande, muß ich Ihnen hier nothwendig etwas von einem Grundstoffe sagen, den die neuere Chemie als erforderlich zum Daseyn brennbarer Körper, oder mit andern Worten, als den Grundstoff der Brennbarkeit annimmt; umständlicher und nach allen Seiten werde ich ihn betrachten, wenn wir zu den elastischen Flüssigkeiten kommen.

Die französischrn Chemisten haben in neuern Zeiten den Versuch gewagt, aus der Erzeugung von Wasser, wenn brennbare und Lebensluft in gehörigen Verhältnissen vermischt, und in einem verschlossenen Gefäße angezündet werden, zu beweisen, daß es keinen solchen Grundstoff gebe, als das Phlogiston seyn solle; und um ihre Sätze und Meinungen allgemein fortzupflanzen und gleichsam aufzudringen, haben sie zugleich eine neue Nomenclatur erfunden, wodurch die bisher gewöhnliche Sprache der Chymie ganz umgeschaffen worden. Wie wenig Grund sie indessen haben, das Phlogiston zu verwerfen, wird sich, wie ich hoffe, durch Folgerungen aus ihrem dafür angeführten Versuche ergeben, die ich Ihnen in der Folge dieser Vorlesungen nicht besser als durch einen Auszug aus Dr. Hutton's Abhandlungen über verschiedene Gegenstände der Naturphilosophie darlegen zu können glaube. Die Verkehrtheit ihrer Folgerungen, das Falsche ihrer

Grundsätze und das Eitle und Schwache ihrer Behauptungen ist zu völliger Ueberzeugung in den vortrefflichen Briefen erwiesen worden, welche Herr de Lüc in dem Journal der Physik fürs Jahr 1790. 1791 und 1792 bekannt gemacht hat.

Nicht zufrieden mit den gemachten Entdeckungen, suchten sie das Verbrennen nach einem übel verstandnen und irrigen Grundsatze zu erklären. Ihrer Theorie nach, wo die Erklärungen den Voraussetzungen widersprechen, enthält die Lebensluft in sich selbst den Grundstoff des Feuers, und ist es das darin verborgne Feuer, welches bey der Verbindung dieser Luft mit der besondern und eigenen Substanz des brennenden Körpers sich als Licht und Hitze zeigt. Da sie beides Licht und Wärme der Lebensluft zuschreiben, so betrachten sie den phlogistischen Grundstoff in dem Körper nunmehr als unnöthig, und haben ihn daher auch gewaltsam daraus ganz verbannt.

Ich hoffe die Bemerkungen, die ich Ihnen jetzt vorlegen will, werden Sie überführen, daß ihre Theorie keinesweges die vornehmsten Erscheinungen erklärt, wegen welcher der Name Phlogiston in dieser Wissenschaft angenommen worden ist, und daß sie daher bloß zu Irrthümern Veranlassung gegeben haben, indem sie gewisse Wirkungen unschicklichen und nicht angemessenen Ursachen zuschreiben.

Die Lehre vom Phlogiston, wie sie von den neuern Chemisten vorgetragen und verstanden wird, nimmt an, daß eine Menge Feuer, oder die Materie des Lichts und der Wärme, zufällig in den Körpern als ein eigener Bestandtheil derselben enthalten ist; und daß diese Körper diese Substanz nach andern Gesetzen besitzen als den Wärme- oder einen andren für sich bestehenden Stoff. Solche Körper werden dem zufolge phlogistische Körper genennt.

Das Phlogiston, so betrachtet, scheint also eine Substanz eigener Art zu bilden, die von jeder andern Substanz in einem Körper verschieden ist. Man kann es gewissermaßen als einen Schatz von Licht und Wärme innerhalb derselben betrachten, welcher bei Abwesenheit der Sonne zu den verschiedenen, sowohl nothwendigen als gelegentlichen Absichten in der Oekonomie der Welt verwandt werde.

Nehmen wir das Phlogiston an, so gehört das Licht, welches von einem brennenden Körper fortgepflanzt wird, diesem Körper selbst an, und macht einen Theil seiner Substanz aus.

Brennbare Körper verlieren ihre leuchtende Substanz beim Verbrennen, nach welchem sie denn nicht wieder angezündet werden können, wofern ihre leuchtende Substanz ihnen nicht wieder ersetzt wird, welches durch die chemische Wirkung eines andern phlogistischen Körpers auf den Rückstand des ersten geschiehet. Allein auch hier wird der zweite Körper seiner phlogistischen Eigenschaften beraubt, während dem er sie dem erstern mittheilt, und wird eben so unfähig, Licht und Wärme durch Entzündung zu geben, als ob er vollkommen den nämlichen Proceß erlitten hätte. Beispiele hierzu geben das Verbrennen des Zinks, des Phosphorus und des Schwefels; denn nachdem diese Körper ihr Licht und ihre Brennbarkeit verloren haben, so können diese durch eine angemessene Menge Kohlen, welche dabei verzehrt wird, oder ihr Brennbares verlieret, wieder hergestellt werden.

Aus den so wichtigen Veränderungen, welche in einem brennbaren Körper durchs Verbrennen sowohl als durch die so ungeheuere Menge Licht, welche bei dieser Operation ausströmt, erzeugt werden, hat man geschlossen, daß der Körper einen großen und wesentlichen Theil

seiner Substanz verloren habe. Man giebt zu, daß Körper während dem Verbrennen und Verkalken mit einer großen Menge atmosphärischer Materie verbunden werden, die alle ihre merklichen Eigenschaften verändert; allein man behauptet auch, daß sie eine größere Veränderung erleiden, als vermöge der Zusätze, die sie aufgenommen haben, oder vermöge der neuen Verbindungen, die dadurch entstanden sind, erfolgen sollte.

Da die Schwere der Körper durchs Verbrennen nicht vermindert wird, so kann man daher mit Recht voraussetzen, daß es in den brennbaren Körpern eine eigene Substanz gebe, die ihre besondern Eigenschaften erzeuge, eine Substanz, die vollkommen von aller schwermachenden Materie verschieden, von welcher aber doch unsre Sinnorgane unmittelbar afficirt werden.

Von der Wirklichkeit des Phlogiston, aus der Zersetzung des Wassers bewiesen.

Wir wollen jetzt annehmen, daß nach dem scharfsinnig ausgedachten Versuche des Herr Lavoisier, die Zersetzung des Wassers vollkommen gegründet sey; allein in denjenigen Versuchen, wodurch die Zusammensetzung des Wassers erfolgt, sieht man leicht, daß der phlogistische Grundstoff seinerseits gleichfalls gewirkt habe; auch wird man diese elementarische Substanz selbst bei der Operation nicht verkennen können, wodurch die Zusammensetzung des Wassers entdeckt ward.

Es giebt einige Umstände in Rücksicht dieses wichtigen Versuchs, welche der Aufmerksamkeit jener großen

Chemisten, die ihn anstellten, entgangen zu seyn scheinen, und deren Vernachlässigung ihre Theorie unvollkommen, und ihre Folgerungen weniger zusammenhängend macht.

Wir wollen bei dieser Untersuchung so viel als möglich alles das bei Seite setzen, was das Phlogiston weiter nicht angeht, und bloß der Natur des Wassers nachspüren, in sofern als die Erzeugung desselben mit der Zersetzung des besondern phlogistischen Körpers, den wir untersuchen, verbunden ist; wir haben daher keineswegs nöthig, die Wahrheit ihrer Theorie aufzusuchen, in sofern als sie die Natur und Beschaffenheit des Wassers betrifft. Die Lehre vom Phlogiston ist davon so unabhängig, als sie ihren Herleitungen aus der Theorie des Wassers entgegen ist.

Ein unbekannter Grundstoff, oder Element des Wassers ist in der entzündbaren Luft enthalten; das andre Element des Wassers oder der Sauerstoff befindet sich in der reinen Lebensluft; d. i. es befinden sich in der Lebensluft und in dem entzündbaren Gas zwei Substanzen, die gegenseitig einander anziehen, die, wenn sie vereiniget werden, einander sättigen und eine Substanz erzeugen, die von ihren Bestandtheilen vollkommen verschieden ist. Oder mit andern Worten: Wenn entzündbare Luft und Lebensluft in gehörigen Verhältnissen gemischt werden, und diese Mischung sodann in einem verschloßnen Gefäße angezündet wird, so verschwinden diese zwei elastischen Flüssigkeiten, und eine Menge Wasser, welches den beiden eingeschloßnen Körper am Gewichte gleichkommt, wird in dem Gefäße nach dem Abkühlen gefunden. Hieraus hat man geschlossen, daß das Wasser aus Lebensluft und aus entzündbarer Luft bestehe, und daß solchemnach keine phlogistische Substanz erforderlich sey, um die Erscheinungen beim Verbrennen zu erklären.

Daß eine unermeßliche Erzeugung von Licht und Wärme Statt findet, wenn die beiden wesentlichen Bestandtheile des Wassers vereiniget werden, wird zugestanden; und daher sind auch die meisten Chemisten von dem Daseyn einer Verbindung des Feuers mit den componirenden Theilen, das aber ganz verschieden von dem ist, was man verborgene Wärme nennt, und eben dasjenige ausmacht, was sie Phlogiston nennen, überzeugt. Zufolge der französischen Theorie wird dieß durch den Ausdruck Calorik oder Wärmestoff erklärt, indem dieser Ausdruckhier für fast gleichbedeutend mit dem, verborgenes Feuer genommen wird. Allein in diesem Verstande ist die E klärung unangemessen, denn die gewöhnliche Lehre vom verborgenen Feuer scheint zur Auflösung dieser Erscheinungen nicht hinreichend zu seyn, indem die Materialien, die in diesem Versuche mit einander gemischt werden, sich ohne Entzündung nicht vereinigen, und wenn sie vereiniget werden, welches durch das Anzünden erfolgt, so giebt es dabei gewisse Erscheinungen, welche durch die Theorie vom verborgenen Feuer nicht erklärt werden können.

Jetzt wird es ein Gegenstand der Untersuchung, welche Ingredienzien die Lebensluft und die entzündbare Luft enthalten, die ihre Vereinigung verhindern. Nach den bekannten Gesetzen der Natur kann dieses ihrem verborgenen Feuer nicht zugeschrieben werden.

Eben hierdurch geschieht es, daß sie in ihrem elastischen Zustande erhalten werden; man kann daher nicht annehmen, daß eine Vermehrung der Elastizität, und folglich das verborgene Feuer ein Mittel seyn könne, dieses Feuer zu trennen; daß wenn mehr erforderlich ist, sie in diesem Zustande zu erhalten, das, was sie bereits haben, von ihnen getrennt werden müsse, oder selbst daß eine Vermehrung der merklichen Wärme die Ursache der Trennung des verborgenen Feuer seyn könnte.

Auch ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß die Bestandtheile des Wassers bei diesem Versuche vor dem Entzünden durch das verborgene Feuer getrennt erhalten wurden, sondern daß sie mit andern Substanzen in einem besondern Zustande verbunden werden, wodurch ihre natürliche Vereinigung zerstört wird. Dieß giebt uns Veranlassung zu untersuchen, was sich ereignet, wenn die brennbare Substanz durch Entzündung zerstört wird, und die zwei Bestandtheile des Wassers mit einander vereiniget werden.

Von allen Verrichtungen, wodurch der Mensch seinen Verstand und seine Geschicklichkeit in Benutzung der Gegenstände der Natur zu seinen Absichten an den Tag gelegt hat, ist die Entzündung der verbrennlichen Körper am meisten der Aufmerksamkeit werth. Vermittelst einer sehr geringen Menge Materie erzeugt er eine unermeßliche Hitze: beinahe aus Nichts erschafft er sich eine künstliche Sonne, und erzeugt Licht bloß vermittelst desjenigen, was einen geringen Theil des zu verbrennenden Körpers ausmacht.

Was thut aber hierbei der Mensch? Er schlägt den Funken, alles übrige aber verrichtet die Natur. Eine außerordentliche Menge Licht und Wärme wird solchergestalt hervorgebracht, und der Rückstand erleidet die größte mögliche Veränderung. Das Licht und die Wärme, welche vorher in der verbrennbaren Materie gewesen waren, werden jetzt in den allgemeinen Weltraum zerstreut, und was von diesen Körpern übrig bleibt, hat alle Kraft, weiterfort Licht und Wärme zu erzeugen, verloren.

Hier ist eine Quelle der Kraft, deren sich der Mensch bemächtiget hat; vermöge Kenntniß der Gesetze der Natur trennt er die härtesten Felsen, und hebt Wasserströme aus der Tiefe seiner Minen durch die Wirkung der Hitze, die

während dem Verbrennen brennbarer Körper erzeugt wird.

Indessen ist nicht sobald das Verbrennen geschehen, als der Körper auch das Vermögen der Entzündung verloren hat; es bleibt eine Masse schwermachender Materie zurück, die dem Menschen weiter nicht mehr zu Vermehrung seiner natürlichen Stärke behülflich ist. Wie kann nun aber dem Körper diese Kraft wieder hergestellt werden? Durch das Ausströmen von Wärme und Licht geschahe es, daß der brennende Körper seine Kraft verlor; durch Anwendung des Feuers geschahe es, daß die Zersetzung erfolgte. Wir können daher zu Wiederherstellung dieser Kraft vom Feuer und Licht nichts erwarten. Nichts als die Wirkungen in der Natur können diese Kraft wieder herstellen, indem sie ihn mit phlogistischer Substanz versehen, um wieder verzehrt zu werden, und einen Körper zu bilden, welcher auf eine ähnliche Art dem Menschen und der Welt dienstbar seyn kann.

Licht und Wärme sind bei der Vereinigung der zwei Luftarten zur Bildung des Wassers getrennt worden, und es ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß das verborgene Feuer die Ursache wäre, welche ihre Vereinigung verhinderte; auch wird man bei fernerer Untersuchung finden, daß nichts zu der Annahme berechtigt, daß die getrennte und als Licht und Wärme wirkende Materie das wäre, was vorher als verborgenes Feuer zurückgehalten worden.

Daß das verborgene Feuer dieser luftähnlichen Substanzen hinreichend seyn würde, einen festen Körper gleich dem stärksten Grade des Glühens zu erhitzen, kann sehr leicht bewiesen werden. Allein Sie müssen sich in dem vorliegenden Falle erinnern, daß wo das Wasser gebildet wird, und Wärme zum Vorschein kommt, die zwei luft-

ähnlichen Flüssigkeiten, oder vielmehr das Wasser, in welches sie verwandelt werden, nicht in eine feste Substanz übergehet, sondern es erscheint anfangs in Form eines Dunstes oder Dampfes, welcher so viel Raum einnimmt, als die zwei luftähnlichen Flüssigkeiten brauchten, ehe sie noch auf einander wirkten, und daher das ganze, oder doch beinahe soviel ihres verborgenen Feuers bedarf, um diese Form zu erhalten, ohne merklich heißer zu werden, als sie vorher waren; indessen zeigen die Flamme und andere Erscheinungen bei dem Versuche, daß sich eine plötzliche Wärme äußert, wenn der wäßrige Dunst gebildet wird. Diese plötzliche Aeußerung von Wärme kann aber nicht durch das verborgene Feuer verursacht werden, weil dieses nur dann merklich wird, wenn die Flüssigkeit, welche es enthält, verdichtet wird oder gefriert.

Verborgenes Feuer kann keineswegs die Ursache der Entzündung seyn, welche bei der Zusammensetzung des Wassers Statt findet, denn unter dieser Voraussetzung müßten sie das Licht und die Wärme entweder in ihrem verdichteten Zustande als Wasser, oder im Zustande der Ausdehnung als Dampf gegeben haben. Wenn sie im verdichteten Zustande Licht und Wärme ausgesendet hätten, so müßte der leuchtende Körper außerordentlich gering gewesen seyn, welches aber nicht der Fall ist, indem die Flamme groß war. Strömen sie hingegen in dem andern ausgedehnten Zustande Licht und Wärme aus, so können wir von der gegebenen Menge nicht sagen, daß es verborgenes Feuer sey, denn sie behaupten ihren elastischen flüssigen Zustand, und zu diesem Zustande ist verborgenes Feuer schlechterdings nothwendig. Dieß muß daher von irgend einer andern Modifikation der Lichtmaterie oder des Feuers in ihren Körpern herrühren, und dieß Etwas kann sehr schicklich vor seinem Ausgange aus diesen luftförmigen Körpern phlogistische Substanz genennt

werden, da es in dem Augenblicke, wo es in Freiheit gesetzt wird, gewiß Feuer ist.

Ueberdieß giebt es feste dichte Substanzen, (als Schwefel und Eisen) von denen man annehmen kann, daß sie nur wenig verborgenes Feuer enthalten, und welche, wenn sie in Lebensluft entzündet werden, dem Anscheine nach so viel Licht und Wärme geben, als ob sie Substanzen in einem äußerst ausgedehnten Zustande gewesen wären: so daß, wenn das verborgene Feuer die Ursache wäre, es der Luft allein zugeschrieben werden müßte; bei welcher grundlosen Voraussetzung die brennbare Luft in dem Versuche, den wir eben erwogen haben, nichts zur Erzeugung des Lichts und der Wärme beitragen würde.

Zufolge der französischen Theorie sieht man Kohle als eine unzusammengesetzte Substanz an, von welcher man annimmt, daß sie während dem Brennen bloß mit Lebensluft verbunden werde; hier bleiben also die beim Brennen der Kohle erzeugte Licht und Wärme ebenfalls zu erklären übrig; denn anstatt eine expansive Flüssigkeit zu finden, die fest geworden, finden wir hier eine feste dichte Substanz in die elastische Form von fixer Luft ausgedehnt. Wir müssen daher sehen, wie zufolge dieser neuen Theorie nicht nur das Licht und die Wärme während dem Brennen, sondern auch das verborgene Feuer erkläret werden kann, was erforderlich ist, um die Form eines elastischen Fluidum zu behaupten. Sie muß die Erzeugung des Lichts, der merklichen Wärme und des verborgenen Feuers erklären.

Wäre in dieser Rücksicht mehr erforderlich, so müßte ich Sie auf Herrn Berthollet verweisen, als welcher eigentlich der Erfinder und Vertheidiger des französischen Systems ist. In seiner Abhandlung über die Kunst zu

zu färben, gesteht er, „daß die angenommenen Grundsätze von der Wärme bloß als Voraussetzungen betrachtet werden können.“ Zufolge dieses Geständnisses läßt sich hoffen, daß die Vertheidiger der neuern Theorie sich bescheidener zeigen, und nicht zu voreilig ihre Theorie als unumstößlich bewiesen ansehen werden. Auch gesteht er in dem nämlichen Werke, daß „die Verbrennungs-Hitze nicht bloß von der Lebensluft herrühre, sondern daß auch der brennende Körper das Seinige mit beitrage.“

Dieß Bekenntniß ist alles, was man fordern kann, nämlich daß beim Verbrennen Licht und Wärme theils vermittelst des verbrennlichen Körpers, theils vermöge der Lebensluft verursacht werde. So beruht denn nunmehr der Streit bloß auf Worten, und der gebundene Wärmestoff ist nichts anders als das Phlogiston, oder der brennbare Grundstoff.

Ehe ich aber diesen Gegenstand verlasse, will ich Ihnen noch eine Stelle aus des de la Metherie Abhandlung vorlegen, welche bestätiget, was bereits davon ist gesagt worden, daß es nämlich keinesweges das verborgene Feuer ist, welches den elastischen Zustand der Lebensluft unterhält. Er zeigt zuerst, daß diese Behauptung ihrer eignen Theorie entgegen ist, und beweist dieß zu völliger Zufriedenheit; sodann erweist er, daß die Wirkungen der Lebensluft nicht von dem gebundenen Wärmestoff entspringen können, welcher diese Luft elastisch macht; denn es giebt eine große Menge Erscheinungen, wo die Lebensluft, ohngeachtet sie nicht in einem elastischen Zustande ist, die nämliche Wirkung hervorbringt. Die Lebensluft in der Salpetersäure, in der dephlogistisirten Seesalzsäure, und in den metallischen Kalken ist keinesweges in einem elastischen Zustande, und doch erzeugt sie die nämlichen Wirkungen, als wenn dieß der Fall wäre.

Alle Verbindungen des Salpeters mit brennbaren Körpern brennen sehr lebhaft. Welche Menge von Licht und Wärme wird nicht vom Schießpulver vermittelst des kleinsten Funkens entbunden! Wird das Pulver mit dephlogistisirten Seesalzen gemacht, so wird es bloß durch Anreibung u. s. f. sich entzünden, und die Explosion machen. Herr de la Metherie führt noch eine Menge andrer wichtiger Beispiele auf, um den nämlichen Gegenstand zu beweisen, wovon ich bloß nur noch eines einzigen erwähnen will. Der Wärmestoff (das Feuer), welcher die Lebensluft in einem elastischen Zustande hält, ist von dem Wärmestoff nicht verschieden, welcher andre Gasarten in dem nämlichen Zustande erhält; warum geben sie aber nicht auch Licht und Wärme, wenn sie ihren elastischen Zustand verlieren? Aus diesen Gründen ist es denn offenbar, daß wir die Wirkungen der Lebensluft beim Verbrennen nicht ansehen müssen, als ob sie sich von dem gebundenen Feuer herschrieben, welches die Ursache ihrer Elastizität ist.

Merkliche Wärme und verborgenes Feuer verwandeln sich wechselseitig in einander; allein sowohl aus dem, was bereits hiervon gesagt worden ist, als auch aus andern Gründen scheint es deutlich zu seyn, daß es keine hinreichende Menge von zu verwandelndem Feuer in der Lebensluft giebt, um das Glühen der Körper daraus zu erklären, und folglich, daß sie keineswegs wegen des verborgenen Feuers brennen. Allein ich will Ihnen nun auch zeigen, daß wenn Körper zufolge der Zersetzung ihrer phlogistischen Substanz Licht geben, diese leuchtende Materie nicht unmittelbar von einer Art von Wärme abstammt, sondern daß es ein der Zersetzung der phlogistischen Substanz eigener leuchtender Ausfluß, und die merkliche Wirkung dieser Operation ist.

Dieß wird erstlich dadurch bewiesen, daß, wenn brennbare Körper in einem dunstähnlichen Zustande ange-

zündet werden, es nicht der bis zum Glühen entzündete Dunst ist, welcher Licht verbreitet, sondern das heftige Leuchten, welches die Hitze begleitet. Zweitens können Körper, welche bloß die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre haben, Licht durch den Ausfluß ihrer phlogistischen Substanz verbreiten.

Betrachtet man nun die Flamme eines Lichts, so wird man Beweise für den erstern Fall finden. Denn wenn es die Ausströmung von Licht ist, welche die elastische in Berührung mit dem leuchtenden Körper kommende Flüssigkeit erhitzt, so werden wir einen längs der Flamme des Lichts aufsteigenden Strom von sehr erhitztem Dampf finden, ohne jedoch das Vermögen zu besitzen, Licht zu geben. Dieß kann sehr leicht bewiesen werden. Man nehme ein kleines Stückchen Thon, ohngefähr eines Gerstenkornes groß, hänge es vermittelst eines schwachen Drahts über die Flamme eines Lichts, und setze nahe an das Licht einen Schirm, um die Flamme zu verbergen. Jetzt wird man dann bemerken, daß der Strom der erhitzten Luft, welcher kein Vermögen zu erleuchten hat, diesen kleinen Körper in einer beträchtlichen Entfernung über der Flamme bis zum Glühen erhitzen wird.

Licht erscheint bei der Zersetzung phlogistischer Substanzen nicht allein ohne einen hinreichenden starken Grad der Hitze, um das Glühen in irgend einem Körper zu bewirken, sondern auch ohne merkliche Vermehrung der Hitze in dem Körper, welcher das Licht ausstrahlt.

Beispiele davon liefern lebendige Thiere, welche das Vermögen haben zu leuchten, desgleichen todte Körper von Thieren, und Vegetabilien, welche in Fäulniß übergehen. Auch giebt in dieser Hinsicht eine sehr gute Erläuterung jene chemische Substanz, die unter dem Namen Phos-

phorus bekannt ist; kein Körper brennt schöner und heller als dieser, wenn er angezündet worden. Gleichwohl kann er durch atmosphärische Luft zersetzt werden, ohne auf die gewöhnliche Art zu brennen, d. i. ohne irgend einen merklichen Grad von Hitze zu erlangen, am wenigsten einen solchen, der fähig wäre, ein Glühen zu verursachen, indessen wird diese Veränderung nicht bewirkt, ohne daß der Korper sein Phlogiston in Gestalt von Licht ausstrahlt. Wo sollen wir nun diese leuchtende Materie anders suchen, als in der Auflösung der phlogistischen Substanz? Ich habe gezeigt, daß die atmosphärische Luft es nicht in der Form von verwandelbaren verborgenen Feuer giebt; auch entsteht es keineswegs von dem verstärkten Grade merklicher Wärme; wir müssen daher glauben, daß bei der Zersetzung des phlogistischen Körpers, die Sonnensubstanz, welche bei der Bildung von Phlogiston zurückgehalten wurde, frei wird, und in der Form von Licht entweicht.

Es ist also offenbar, daß phlogistische Körper eine gewisse Menge Licht und Wärme-Materie in einem verschiedenen Zustande von demjenigen enthalten, in welchem die nämliche Materie entweder zur Flüssigkeit oder zur Ausdehnung der Körper angewendet wird, und daß sie nicht nach Art der merkbaren Wärme übergeht und sich mittheilt. Dieß kann sehr schicklich ihr phlogistischer Grundstoff genennt werden.

Daß diese Substanz keine Schwere hat, kann bloß als ein Einwurf von denjenigen angenommen werden, welche die schwermachende Eigenschaft aller Materie beilegen, indeß er weiter für solche von keiner Wichtigkeit ist, welche diesen Grundsatz nicht annehmen.

Zufolge dem, was bereits gesagt worden ist, können wir nunmehr einen deutlichen Begriff von den verschiedenen Modifikationen, oder Zuständen der Wärme- und Licht-Materie in den Körpern erhalten.

Merkliche Wärme ist Feuer in einem Zustande, in welchem es von Körpern, welche mit einander durch unmittelbare Berührung in Verbindung stehen, einander mitgetheilt wird; jede hinzukommende Menge vermehrt das Volumen des Körpers, eine Beraubung derselben vermindert es; auch erzeugt sie bei Körpern, welche der Empfindung fähig sind, die Empfindung von Wärme und Kälte.

Das verborgene Feuer ist von zweierlei Art, nämlich das Flüssigkeits- und Elastizitäts-Feuer. Die Flüssigkeit-Wärme ist diejenige Menge oder Modifikation des Feuers, die, ohne auf das Volumen oder die Sinne zu wirken, Flüssigkeit verursacht, d. i. sie verwandelt einen harten festen Körper in einen vollkommnen flüssigen. Dieß hat indessen auf den gegenwärtigen Fall keine Beziehung, da die Körper vor und nach dem Verbrennen gleichflüssig sind. Die Elastizität-Wärme ist derjenige Antheil von verwandelbarer und sich mittheilender Substanz des merklichen und verborgenen Feuers, welcher, anstatt das Volumen in einem geringen Grade zu vermehren, oder die Härte zu zerstören, ihre Theile bis ins unendliche trennt, als wodurch sie eine elastische und ausdehnende Kraft erlangen. Sie haben gesehen, daß die Hitze brennender Körper nicht von der verborgenen oder ausdehnenden Wärme des oxigenen Gas entsteht.

Dieser bekannte Versuch, die zwei Luftarten zur Bildung des Wassers zu verbrennen, zeigt also, daß die phlogistische Materie bei der Zusammensetzung der Körper weder zu ihrer Schwere beiträgt, noch ihr Gewichte schmä-

lert; denn bei diesem Versuche ist die Menge des Lichts und der Wärme im Verhältniß zum Gewicht der brennbaren Körper so groß, daß wenn diese flüchtige Substanz irgend eine Wirkung auf die Schwere dieser Körper gegen die Erde hätte, sie bei dieser Gelegenheit hätte merklich gewesen seyn müssen.

Körper, welche die Eigenschaft besitzen, bei ihrer Auflösung in einem vorzüglichen Grade Licht auszustrahlen, heißen brennbare oder verbrennliche Körper, und da es nicht selten erforderlich ist, dieser leitbaren Substanz einen Namen zu geben, so haben die Chemisten sie Phlogiston genennt.

Von der Erzeugung des Phlogiston.

Da phlogistische Körper die ihnen eigene Substanz durch eine allgemeine und nothwendige Operation verlieren, so muß es dagegen in der Natur auch eine andre oder entgegengesetzte Operation geben, wodurch sie dieselbe wieder erhalten. Denn da diese Substanz, wie sie auch genennt werden mag, beim Verbrennen der Körper verloren geht, so muß dagegen eine andre Operation Statt finden, wodurch ihnen dieselbe wieder ersetzt wird.

In animalischen und vegetabilischen Substanzen ist es denn, wo wir diese wiederherstellende Operation suchen müssen, denn Wasser ist zur Constitution dieser organischen Körper nicht wesentlicher erforderlich als die phlogistische Materie, wodurch sie zum Brennen geschickt gemacht werden.

Phlogistische Materie ist zum animalischen Leben schlechterdings erforderlich, denn Thiere müssen eine Quelle

von Wärme haben, da diese nach der Oekonomie ihrer Natur immerfort verlohren geht: von der Zerstörung der phlogistischen Substanz ist der Verbrauch der Lebensluft, die zum Athemholen der Thiere schlechterdings erforderlich ist, ein hinreichender Beweis. Dieses Lebensprincip der Atmosphäre verrichtet in den Lungen der Thiere das nämliche, als in dem Versuche, wodurch die Wiedererzeugung des Wassers so vortrefflich bewiesen zu seyn scheint. Hier ist denn gleichfalls ein großer Verbrauch der atmosphärischen Luft, welche dem Systeme der Natur wieder ersetzt werden muß.

Animalische Körper, durch deren Functionen das Phlogiston verzehrt wird, erlangen diese Substanz unmittelbar durch die Nahrung wieder: und da alle Thiere doch zuletzt von vegetabilischen Substanzen leben, so müssen wir solchemnach nothwendig auf die Vegetaration Rücksicht nehmen, oder auf den Prozeß, durch welchen diese Substanzen erzeugt werden. Hier ist es, wo wir die Quelle dieser leitbaren Substanz aufsuchen müssen, welche Pflanzen zugleich mit der Nahrung der Thiere hergeben, und welche die Thiere zur Unterhaltung ihrer Wärme bedürfen.

An das animalische Leben gränzt nach der Einrichtung der Vorsehung zunächst das Pflanzenreich. Die Erde besitzt zu ihrem Unterhalt alles dazu Erforderliche, und der hauptsächlichste Gegenstand und Zweck des Mineralreichs scheint die Zubereitung eines Bodens zu seyn, worin Pflanzen erhalten werden sollen. Der feste Felsen, der bewegliche Sand, der flüchtige Wind sind zum Dienste des vegetabilischen Systems gleich geschickt, eines Systems, welches eine solche Einrichtung erhalten hat, daß es in jedem Erdstriche den erforderlichen Erdboden findet, so wie in jedem Erdboden das erforderliche Klima.

Der Erdboden allein kann indessen nicht alles Erforderliche zum Leben vegetabilischer Körper hergeben; der heilsame Einfluß der Luft ist ihnen so wesentlich nöthig als den Thieren, ob es schon scheint, daß sie in jedem auf eine verschiedene Art wirkt. Wir haben daher jetzt zu untersuchen, in wiefern die bei ihrem erforderlichen Gebrauche von Thieren und brennenden Körpern verdorbene Luft, vermöge jener Operation der Pflanzen wieder hergestellt wird, zu welcher die Luft als eine nothwendige Bedingung erforderlich ist.

Daß die Atmosphäre durch das Wachsen der Vegetabilien gereiniget werde, war eine sehr natürliche Muthmaßung, die gegenwärtig durch die genauen Versuche des Dr. Jugenhouß, und die vortreffliche Theorie des Herrn Lavoisier über die Zusammensetzung des Wassers bestätiget worden ist. Vermöge derselben wissen wir nun, daß bei der Vegetation die phlogistische Materie bereitet, und Lebensluft ausgesondert wird.

Pflanzen müssen ihre phlogistische Materie 1) von dem Boden erhalten, in welchem sich ihre Wurzeln ausbreiten; 2) von der Atmosphäre, worin sie wachsen, und 3) muß sie sich innerhalb denselben durch die Materialien erzeugen, die von außen her aufgenommen werden.

Was das erste Mittel anbetrifft, so ist es sattsam bekannt, daß die Fruchtbarkeit des vegetabilischen Bodens durch Beimischung von phlogistischen Substanzen sehr vermehrt wird, dergleichen in animalischen und vegetabilischen Substanzen gefunden wird; indessen da diese am Ende doch alle ein vegetabilisches Produkt sind, so würde es vergeblich seyn, hier die Quelle des Phlogiston aufzusuchen, um den allgemeinen Verbrauch zu ersetzen.

Wir wollen daher sehen, welcher Ersatz aus der Atmosphäre erhalten werden kann; und hier wollen wir zuerst Rücksicht auf den Einfluß des Lichts zur Phlogistisation vegetabilischer Körper nehmen. Wenn man einen Blick auf die Erde wirft, die mit so verschiedenen Arten von Pflanzen bedeckt ist, und auf das verschiedene Laubwerk dieser organisirten Körper, das mit solcher Kunst ausgebreitet ist, als ob es die Absicht hätte, keinen Lichtstrahl sich entgehen zu lassen, so daß jeder zur Vegetation das Seinige beitrage; wenn man ferner erwäget, daß die Pflanzen das Vermögen besitzen, ihre Blätter jederzeit gegen das Licht hinzuwenden; so müssen wir nothwendigerweise schließen, daß bei dem Darbieten einer so großen Oberfläche die Ausdünstung nicht die einzige Absicht sey, wozu die Blätter der Pflanzen bestimmt sind, die mit den Lungen der Thiere so viele Aehnlichkeit haben.

Mehr noch als Wahrscheinlichkeit wird dieß werden, wenn wir die belebende, von den Wirkungen der Wärme und der Luft ganz unabhängige Kraft des Lichts auf die Pflanzen bedenken, und die Nothwendigkeit dieser leuchtenden Substanz, obschon nicht zum Leben oder zur Vegetation der Pflanzen, doch zum erforderlichen Wachsen und Erzeugung vegetabilischer Substanzen. Hier ist also der Ort, wo die Verbindung der Solarsubstanz zur Erzeugung phlogistischer Materie vor sich gehet.

Um davon vollkommen überzeugt zu werden, wollen wir also untersuchen, ob es irgend eine der phlogistischen Materie eigne Wirkung giebt, die das Aussetzen vegetabilischer Körper an das Sonnenlicht gleichförmig begleitet, und bloß als Folge dieser erleuchtenden Ursache ihr Daseyn erhält. Nun ist keine Wirkung der phlogistischen Materie in Körpern gewisser als Farbe oder Schwärze, wodurch das einfallende Licht mehr oder weniger in die

Substanz eingesaugt wird. Daher kann die Hervorbringung einer farbigen Substanz in einem Körper, welcher vorher keine Farbe besaß, als ein Beweis angesehen werden, daß phlogistische Materie in diesem Körper erzeugt worden ist. Dieß ist aber der Fall bei Pflanzen; sie wachsen nur gefärbt, oder erlangen die grüne Farbe ihrer Blätter, wenn sie dem Sonnenlichte ausgesetzt werden.

Diese farbige Substanz wird nicht zufolge der Vegetation allein erzeugt; denn Pflanzen können im Finstern wachsen, ohne diese Farbe zu erhalten. Es ist auch nicht die Wirkung der Wärme, wie etwa die Schwärze, welche in einer weißen vegetabilischen Substanz erzeugt wird, die man in den Brennpunkt eines Brennglases bringt; weil Pflanzen, welche im Finstern wachsen, eine gleiche oder auch noch stärkere Wärme erleiden können, als diejenigen, welche im Lichten wachsen, ohne jedoch irgend eine gefärbte Substanz zu erlangen.

Diese Theorie erhält auch noch ferner Bestätigung, wenn man die Wirkungen der Sonnenstrahlen auf abgestorbene und lebende Pflanzen überlegt. Auf lebende Körper äußern sie ihre Wirkung, daß sie eine Farbe erhalten, da sie hingegen bei den andern verschwindet. Es liegt also ganz in dem organisirten Körper der lebenden Pflanze, daß phlogistische Materie vermöge des Zutritts und der Verbindung der Sonnensubstanz gebildet wird.

Wenn man findet, daß die Wiederherstellung der Lebensluft in der Atmosphäre in gleicher Progression mit der phlogistischen Substanz erfolgt, so kann man schließen, daß dieses das von der Natur angewendete Mittel ist, um die heilsame Eigenschaft der Atmosphäre wieder herzustellen. Diese und mehrere andre Wahrheiten bestätigen die so genügenden Versuche des Dr. Ingenhouß.

Pflanzen, welche an der Sonne wachsen, strömen aus ihren Blättern eine reine Lebensluft, da hingegen bei solchen, welche im Dunkeln wachsen, die Erzeugung dieser Substanz sowohl als der Farbe unterbrochen wird.

So wie also bei Zersetzung des Phlogiston, es sey nun durch Athemholen, oder durch Verbrennen, die atmosphärische Luft verdorben wird; so wird dagegen bei Erzeugung des Phlogiston durch das Wachsen vegetabilischer Körper im Sonnenlichte die heilsame Natur der Atmosphäre wieder hergestellt.

So viel Ordnung und eine so bewundernswürdige Einrichtung herrscht in der Oekonomie der animalischen und vegetabilischen Körper, welche durch Bildung eines gewissen Kreislaufs der Materie, und mit Hülfe der großen und allgemeinen Wirkungsmittel dieser Welt, der Luft, des Lichts und der Wärme, sich selbst unterhalten, daß dem Menschen wohl nichts wichtiger ist, und unterhaltender seyn kann, als das Studium der Natur.

Noch müssen wir aber einen Einwurf beleuchten, welcher dieser Theorie durch die Versuche des Benj. Thompson, welcher reine Lebensluft in großer Menge dadurch erhielt, daß er Seide und verschiedene andre Körper im Sonnenscheine dem Wasser aussetzte, gemacht werden kann. Wenn man aber seine Versuche näher überlegt, so wird man finden, daß sie vielmehr dieser Theorie noch einen Beweis mehr geben; zwar zeigt er eine andre Quelle für die Lebensluft an, als aus der Vegetation der eingeschlossenen Blätter, allein er zeigt doch auf keine Weise, daß Lebensluft ohne Vegetation erhalten werde; denn Lebensluft wird niemals ohne grün und trübe gewordnes Wasser erhalten; allein wenn wir finden, daß das Wasser grün wird, und kleine Thiere zum Vorschein

kommen, haben wir alsdann nicht alle Ursache anzunehmen, daß die Thiere von Pflanzen genähret worden sind, und daß diese Pflanzen Lebensluft ausschickten?

Wenn wir bei Betrachtung des Systems der Natur finden, daß alles zu gewissen Absichten wirksam ist; daß entgegengesetzte Kräfte immerfort einander die Wage halten, und wechselsweise über einander die Oberhand gewinnen; und daß der allgemeine Endzweck ist, zu den Bedürfnissen und Bequemlichkeiten des animalischen Lebens alles erforderliche beizutragen, so gewährt uns diese Betrachtung das wahreste Vergnügen, und wir werden auf alles dasjenige hingezogen, was Bezug auf die Natur hat.

Nun können wir auch eine allgemeine Uebersicht der Einrichtungen und Mittel anstellen, welche die Vorsicht bei den wichtigen Operationen anwendet, wodurch das animalische Leben unterhalten, und die träge Masse dieser Erde zu einer lebendigen Welt umgeschaffen wird.

In diesem Systeme der organisirten Materie, welches wir unter Welt verstehen, kann die Ausströmung der Materie von der Sonne als eine der vornehmsten Triebfedern der Maschine angesehen werden. Zu gleicher Zeit aber würde die Gravitation, welche eine andre dieser Kräfte ist, alle Materie dieser Maschine in Ruhe bringen, und jeden Körper in einen Zustand von vollkommner Unthätigkeit setzen. Es ist folglich, wenn wir ohne Widerspruch mit unsern Begriffen urtheilen wollen, weder vermöge des einen, noch des andern dieser großen Wirkungsmittel allein, daß die natürlichen Operationen dieser Welt erfolgen, sondern sie erfolgen durch die vereinigte Wirkung beider; indem jedes zu gleicher Zeit seine eigene Verrichtung hat, die gehörig von

einander zu unterscheiden das Geschäft der Wissenschaft ist.

So wirkt die Sonne, welche unser Planetensystem regiert, und die Natur belebt, auf die Oberfläche der Erde, und verrichtet hier verschiedene Operationen zufolge der verschiedenen Bedingungen, unter denen sie wirkt. Unter der Form von Wärme trennt und dehnt sie die unorganisirte Materie oder die einfachen Körper aus, und löset die Härte oder die besondern anziehenden Kräfte ihrer Substanz. Organisirte und empfindende Körper hingegen erhalten dadurch die Empfindungen von Licht und Wärme; allein in andern Arten organisirter lebender Körper, d. i. in Pflanzen, welche keine Sinne, keine Kenntniß, keinen Verstand besitzen, erzeugt sie besondere Wirkungen; sie mahlt, so zu sagen, die verschiedenen Farben ihrer sich besonders auszeichnenden Theile; sie giebt ihnen ihre besondern Kräfte, als den verschiedenen spezifischen Geschmack und Geruch, und häufet in ihnen einen Vorrath einer gewissen Substanz an, durch welche sie die allgemeine Eigenschaft erhalten, gelegentlich Licht und Wärme zu geben.

Von diesem sublunarischen Schatze der Solarsubstanz müssen wir also die Aeußerung solcher Kräfte erwarten, als der Mutter-Kraft zugehörten. Dem zufolge hängt von den durch die gütige Hand der Vorsehung so zubereiteten Pflanzen die Erhaltung des thierischen Lebens und alles Vergnügen ab, dessen ein lebendes, fühlendes und empfindendes Wesen fähig ist.

Zu dieser Absicht der Erhaltung des Lebens, muß den Thieren aus dem vegetabilischen Vorrathe der Natur Wärme und Licht nach Maßgabe ihrer Bedürfnisse, und in Verhältniß zu den verschiedenen Absichten, wozu diese wirkenden Kräfte bestimmt sind, zufließen. Dieser wir-

kende Grundstoff wird nun den Thieren bei ihren Nahrungsmitteln häufig zu Theil; und da das Wachsthum und die Unterhaltung der Körper der Thiere durch die nothwendige, von den Pflanzen kommende Nahrung befördert wird, so werden die Lebensfunktionen beständig mit jener Substanz gehörig versehen, die ursprünglich ein vegetabilisches Produkt war.

Um nun aber diese Absichten zu erreichen, muß diese Solarsubstanz, die sich in den vegetabilischen Körpern befindet, aus ihrem eingeschlossenen Zustande entbunden werden, welches zufolge irgend einer abgemessenen Operation geschehen muß. Hier ist es, wo wir so viele Weisheit in den bestehenden Einrichtungen entdecken; sowohl in den Operationen, durch welche Thiere ihre Wärme erlangen, als auch in denen, wodurch Körper, die von Natur dunkel sind, dahin gebracht werden, das Licht der Welt nachzuahmen, und seine Stelle bei allen Geschäften des Lebens zu ersetzen.

Da ich annehmen kann, daß alle diese Gegenstände hinreichend bewiesen sind, so wollen wir nun unsern Blick auf das allgemeine System der materiellen Dinge werfen, und jene aufgefundenen Wirkungsprincipe auf die nothwendigen Operationen dieser Welt anwenden.

Unsrer ganzen Aufmerksamkeit ist es werth, ein System zu betrachten, in welchem, während den verschiedenen Zwecken einer mit so viel Güte und so freigebig versorgten Welt Genüge geschieht, sich uns eine noch weit reizendere Aussicht darbietet; nämlich auch in jedem Theile der Natur die höchste Vollkommenheit zu finden. So weit als wir diese große, diese so außerordentlich zusammengesetzte Maschine übersehen, können wir keine unnütze Materie, keine unwirksame Form, keine unzweckmäßige Wirkung, und keine überflüssige Kraft gewahr werden.

Wenn Weisheit diese große Maschine regiert, wenn Ordnung in ihren unendlich vervielfachten und in ihren kleinsten Theilen herrscht, (wie wir alle Ursache haben es vorauszusetzen) wie höchst angenehm ist es nicht, eine unbegränzte Kraft mit Güte gepaart sich äußern zu sehen. Welches Vergnügen für ein denkendes Wesen, vollkommne Ordnung in den verwickeltsten Theilen der Natur zu entdecken; die wirkende Ursache auszuspähen, sowohl als auch die Endursache; die Weisheit wahrzunehmen, mit welcher die Endzwecke so wohlwollend gewählet worden, und die Mittel zur Erreichung dieser Endzwecke berechnet sind.

Wenn der Verstand des Menschen angewendet werden muß, durch Kenntnisse das Wohl der menschlichen Natur zu befördern, was kann die Glückseligkeit eines denkenden Wesens wirksamer befördern, als die Darstellung einer höchsten Kraft, welche mit Gerechtigkeit und Weisheit handelt und wirkt? Wenn wir nun die vollkommenste Uebereinstimmung der Endzwecke und Mittel in jedem Theile der Natur finden, so müssen wir nothwendig schließen, daß es ein allwaltendes Wesen giebt, dessen Kraft und Weisheit den Verstand und das Fassungsvermögen unsrer untergeordneten Fähigkeit bei weiten übertrifft.

Nicht um diese metaphysischen und moralischen Wahrheiten zu beweisen, zog ich den physischen Zusammenhang der Dinge in Betrachtung, sondern ich wollte vielmehr das physikalische System durch metaphysische und moralische Gründe zu unterstützen suchen, in der Ueberzeugung, daß diese verschiedenen Zweige unsrer Kenntnisse, wenn sie aus einem philosophischen oder allgemeinen Gesichtspunkt betrachtet werden, dazu dienen, ein wechselseitiges Licht über einander zu werfen.

Man kann nicht sagen, daß die Naturphilosophie mit Endursachen nichts zu thun habe; die Betrachtung

der Endzwecke ohne Mittel würde zum Werthe oder Glanze menschlicher Weisheit nichts beitragen, und noch weniger würde es Kenntniß von Mitteln ohne Absichten thun. Es ist keine vergebliche Spekulation, die Verbindung der wirkenden und der Endursachen zu entdecken, denn so wie wir darin, daß die Mittel dem Endzwecke vollkommen angemessen sind, die Weisheit der Vorsicht erkennen, so können wir in der Anerkennung dieser Weisheit ein Mittel finden, um jede Theorie mit Rücksicht auf physikalische Ursachen zu prüfen; denn da jedes Gesetz der Natur alle Merkmale der Weisheit an sich trägt, so haben wir hieran eine Regel, nach welcher wir jedes vorgegebene Gesetz der Natur prüfen können. Zwar werden wir auf diese Art nicht mit Gewißheit entdecken, was wir zu wissen verlangen, allein wir erreichen doch unsre Absicht auf eine negative Art, indem wir wenigstens das Irrige davon scheiden können.

Diese Welt besteht aus einem Systeme sich bewegender Körper, auf welche eine Ursache wirkt, die zu einer Wirkung abzweckt, d. i. aus einem Systeme, wo Endzwecke bestehen, zu denen bestimmte Mittel leiten. Dieß ist ein Gegenstand, der aller unsrer nähern Untersuchung werth ist, und alle unsre Kenntnisse in der Naturphilosophie in sich faßt. Physik hat nicht bloß die Absicht, die besondre Ordnung von Begebenheiten in dem Fortgange der Veränderung der Dinge auszuzeichnen. Denn dieß ist das Geschäft einzeler besonderer Wissenschaften derselben, sondern vielmehr, die allgemeine Ordnung aufzusuchen, welche unter den verschiedenen Arten von Begebenheiten herrscht, wodurch das Ganze der Natur und die Weisheit des Systems erkannt wird.

Wir mögen nun diese Welt als eine künstliche Maschine ansehen, die ihre Absicht vermöge der geschickten

Anordnung und Einrichtung ihrer verschiedenen Theile bewirkt; oder wir mögen sie als einen chemischen Prozeß betrachten, der die merkbaren Eigenschaften der verschiedenen Körper verändert, aus denen sie zweckmäßig zusammengesetzt worden ist; so werden doch immer nothwendigerweise Kräfte erfordert, um dieses bewegende System, worin wir leben, in Wirksamkeit zu setzen. Hiezu dienen besonders zwei verschiedene Kräfte, die Schwerkraft auf der einen Seite, wodurch alle Theile dieses materiellen Systems in eine vereinigte Masse verbunden werden, und das Feuer auf der andern Seite, wodurch die Ruhe oder Trägheit, die endliche Wirkung dieser Schwerkraft, aus dieser vereinigten Masse, welche die organischen lebendigen Körper enthält, entfernt werden mußte. Hätte die Schwerkraft die Oberhand, so würden die Körper eine träge Masse bilden, wobei weder System noch Veränderung Statt finden könnte. Herrschte hingegen das Feuer, so würden die Körper zerstreut, als eine Materie, die sich innerhalb einem Raume ohne gehörige Absicht bewegt. Durch die genaue Verbindung dieser zwei verschiedenen Kräfte werden aber bewegliche und sich bewegende Körper zu einem großen und zusammenhängenden Systeme der Dinge verbunden, wo ein Kreislauf der Materie herrscht, wo die Vernichtung jedes Einzelwesens bloß Mittel ist, um andre von der nämlichen Art zu erzeugen, und wo das natürliche Streben jedes lebenden Wesens dahin geht, sich selbst zu erhalten, und so diese Ordnung der Dinge zu unterhalten, die man in dieser Welt offenbar vor Augen hat.

Ohne den Einfluß der Sonne würde diese Welt eine unnütze Masse träger Materie seyn, indeß wir vermöge dieses Einflusses, welcher mit so großer Weisheit in den verschiedenen Regionen dieser Erde vertheilt ist, finden, daß Bewegung unter den unsichtbaren Theilen der Körper

erweckt wird, Pflanzen wachsen, und Thiere in Stand gesetzt werden zu leben, und so alle Mittel finden, ihre eigene Oekonomie zu unterhalten; da hingegen bei Abwesenheit der Sonne Feuer erforderlich ist, welches aber schon eine ungleich niedrigere Quelle des Lichts und der Wärme ist, und eine untergeordnete Ursache der Wirkung in dieser Masse von schwermachender Materie, die außerdem träge seyn würde.

Es ist nicht möglich, diese Quelle der Wirkung, diese nothwendige Ursache der Lebensbewegung bloß nach den Grundsätzen der schwermachenden Materie allein zu erklären: denn wie wir auch anziehende Ursachen vervielfältigen und mit einander verbinden mögen, so wird doch immer das Resultat Ruhe seyn, ihre einzige Absicht oder Wirkung. Allein dieß ist nicht der Fall, wenn wir diese Masse der schwermachenden Materie vermöge dieses mächtigen Einflusses in Wirkung gesetzt betrachten, welcher von der Sonne herzuleiten ist, und jenem Streben nach Ruhe, welches der Materie der Erde beiwohnt, entgegenwirkt. Hier haben wir zwei bewegende Ursachen, welche in dem Systeme immerfort in Wirkung sind, Kräfte, welche auf verschiedene Art einander entgegen wirken, und wechselseitig über einander die Oberhand gewinnen, folglich eine Ursache zur Wirkung und Gegenwirkung ohne irgend eine absolute Ruhe. So tragen denn diese beiden einander entgegengesetzten Kräfte bei, um eine systematische Ordnung in materiellen Dingen zu bilden, eine Ordnung der sich bewegenden Körper, welche keine dieser Ursachen einzeln bewirkt haben könnte: eine Ordnung des Lebens und des Kreislaufs, welche die beständige Wirksamkeit der einen Kraft, und der beständige und wiederholte Einfluß der andern zuverlässig unterhält.

Zur Darstellung der verschiedenen Wirkungen und Veränderungen in diesem Systeme materieller Dinge,

(einem Systeme, welches unserm Gefühle untergeordnet ist, und zur Erweiterung unsers Verstandes führt) dient vorzüglich das Studium der Naturphilosophie. Der bloße Chemist kann zwar Feuer oder Wärme als erwiesen oder angenommen voraussetzen, ohne weiter in ihre Ursachen einzudringen, ein Naturphilosoph aber muß schlechterdings erklären, woher es kommt, daß Wärme bei allen Gelegenheiten sich einfindet, und wie diese Wärme zum Dienste des Systems angewendet werden müsse. Daher sind die Gesetze der Wärme und Kälte, der Verdichtung und Ausdehnung, der Zurückhaltung und Verbreitung des Lichts in dem Systeme gleich erforderlich, und müssen in der Philosophie der Natur untersucht werden, so wie die Gesetze derjenigen Kraft, wodurch die Planeten in ihren Kreisbahnen erhalten werden, oder worin die sphärische Figur dieser Kugel gegründet ist.

So hängt das System dieser Welt von der Vegetation ab, so wie die Vegetation wieder vom Lichte sowohl als von der Wärme abhängt, welche beide erforderliche Bedingungen durch den Einfluß der Sonne erhalten werden, indeß zur Vegetation Licht und Wärme nicht nothwendiger sind, als der gehörige Ersatz der Feuchtigkeit, und andre erforderliche Bedingungen, welche die Atmosphäre hergiebt.

Wie viele Ursache haben wir also nicht, die göttliche Vorsicht zu bewundern? Wir sehen und empfinden mit Vergnügen die Absichten, welche erreicht werden, und dieses Vergnügen wird uns so oft zu Theil, als wir die angewendeten Mittel einsehen. Die Umwälzung unsrer Erdkugel in einem Systeme planetarischer Körper machte es erforderlich, daß wir Tag und Nacht, Sommer und Winter, d. i. abwechselnde Zeiten von Licht und Finsterniß hätten; die Bedürfnisse unsrer animalischen Natur

erforderten die so wohlthätigen Abwechselungen von Frühling und Herbst; und für empfindende Wesen mußte bei Abwesenheit der Sonne eine untergeordnete Quelle von Licht und Wärme Statt finden. Nun scheint es, daß alle diese Absichten durch die vollkommene Uebereinstimmung der zwei verschiedenen Arten der Materie, nämlich derjenigen, wodurch Körper ausgedehnt, und weich oder flüssig gemacht werden, und derjenigen, wodurch sie gravitiren, und Härte und Festigkeit erhalten, erreicht worden sind; derjenigen Materie, wodurch sie natürlicherweise kalt und dunkel, und derjenigen endlich, wodurch sie gelegentlich heiß und leuchtend werden. Durch diese Wirkungen sind wir in Stand gesetzt, erstlich die Gesetze der Schwerkraft und der chemischen Attraktionen kennen zu lernen; zweitens ein Urtheil in Rücksicht der Natur der Materie zu fällen, welche als ein Ausfluß von der Sonne betrachtet wird; und endlich, die verschiedenen Modifikationen der solarischen Substanz zu entdecken, wodurch die trägen Körper dieser Welt, ganz der natürlichen Neigung ihrer schwermachenden Materie entgegen, in Thätigkeit gesetzt werden.

Neunte Vorlesung.

Von dem Feuer.

Ich werde mich in dieser Vorlesung zu bemühen suchen, Ihnen einige andere Eigenschaften dieses sonderbaren und merkwürdigen Elements, des Feuers, zu erklären, womit alle Körper in der Natur begabt, umgeben oder durchdrungen sind, und welches jeden Zwischenraum, den ihre Theilchen machen, erfüllt. *) Die alten heidnischen Philosophen hielten die Prärogotive, im Besitze der Anwendung des Elements des Feuers zu seyn, der Natur des Menschen so wenig geeignet und so erhaben über dieselbe, daß sie daher behaupteten, es sey ursprünglich vom Himmel gestohlen worden, und dieser criminelle Diebstahl habe zur Strafe alle Arten von Uebel über diese Welt gebracht.

Von der Entzündung des Schießpulvers.

Die plötzliche Explosion oder Verpuffung des Schießpulvers ist die nächste Wirkung des Feuers, die wir gegenwärtig näher untersuchen müssen. Detonation ist eine geschwinde und schnelle Entzündung, welche wegen

*) Lavosier Element. Chem. p. 185.

der augenblicklichen Bildung eines leeren Raums ein Geräusche macht.

Schießpulver ist ein zusammengesetztes Gemisch aus Salpeter, Schwefel und Kohle, ein Gemisch, dessen so außerordentlich große Wirkungen von seiner großen Verbrennlichkeit herrühren. Das vornehmste, worauf man beim Verfertigen des Schießpulvers Rücksicht zu nehmen hat, ist die Güte der Ingredienzien, die Genauigkeit der Vermischung, das Verhältniß, in welchem sie mit einander verbunden werden, und das Trocknen des Pulvers nach seiner Verfertigung.

Salpeter und Schwefel mit einander gemischt geben keine Explosion; Schwefel und Kohle ebenfalls keine, und obgleich Salpeter und Kohlen, wenn sie innig mit einander vermischt worden, eine Explosion geben, so ist diese doch von ungleich geringerer Stärke, als es der Fall bei einer Mischung aller drei Ingredienzien zusammen ist.

Wenn Salpeter einer starken Hitze ausgesetzt wird, so schmelzt er, wird rothheiß, und das flüchtige Produkt besteht aus rauchender Salpetersäure, einer großen Menge Lebensluft, einiger phlogistisirten Luft, und einem zurückbleibenden Alkali.

Wenn eine verbrennliche Substanz und Salpeter mit einander in Berührung gebracht werden, nachdem eines davon vorher rothheiß erhitzt worden, so wird der Körper sehr schnell erhitzt, ohne Zweifel vermöge der Lebensluft, welche durch die Hitze entwickelt wird, da der Versuch auch im luftleeren Raume eben so gut erfolgt, als wenn die Körper mit einer luftähnlichen Flüssigkeit umgeben sind, die unfähig ist, eine Verbrennung zu unterhalten.

Das schnelle Verbrennen, welches von dem Salpeter bewirkt wird, wenn es vermöge eines nach und nach erfolgenden Brennens der Theile eines Körpers geschieht, heist Deflagration; geschieht es aber in so kurzer Zeit, daß die Wirkung beinahe augenblicklich ist, so nennt man dieß, wie ich schon oben bemerkt habe, Detonation, Verpuffung.

Bei diesem Versuche ist es merkwürdig, daß das Verbrennen durch die Lebensluft, die mit dem Salpeter verbunden ist, unterhalten wird, und diese Eigenschaft des Salpeters ist es, die ihn zur Erzeugung des Schießpulvers so vorzüglich geschickt macht.

Dieses alles zerstörende Pulver besteht aus 73 Theilen Salpeter, $9\frac{1}{2}$ Schwefel und $15\frac{1}{2}$ Kohlen, dem Gewichte nach; diese Substanzen werden aufs genaueste mit einander durch ein zehn bis funfzehn Stunden lang anhaltendes Reiben in hölzernen Mörsern mit hölzernen Keulen verbunden; von Zeit zu Zeit wird etwas weniges Wasser zugegossen, um die Mischung anzufeuchten; wenn alle Flüssigkeit verdunstet ist, so daß das Pulver einen töpfernen Teller nicht unrein macht, so wird es granulirt, welches dadurch geschieht, daß es durch Siebe gedrückt wird, deren Oeffnungen von verschiedener Größe sind. Das Durchgesiebte wird hierauf in einem Fasse umgeschüttelt oder gerollt, wodurch das Pulver, weil die Körner sich gegen einander abreiben, die abgerundete Form erhält.

Aus den Versuchen der Herren Beaumé und d'Arcy erhellet, 1) daß gutes Schießpulver nicht ohne Schwefel gemacht werden könne; 2) daß Kohle schlechterdings erforderlich ist; 3) daß die gute Eigenschaft des Schießpulvers unter gleichen Umständen von der Sorgfalt abhängt, mit welcher die Materialien unter ein-

ander gemischt werden; 4) daß die Wirkung des Schießpulvers grösser ist, wenn es bloß getrocknet, als wenn es granulirt wird.

Alle Erscheinungen, welche sich bei dem Entzünden des Schießpulvers einfinden, hängen ganz von dessen großen Verbrennlichkeit ab. Die innige Mischung, welche so großen Einfluß auf die Stärke des Schießpulvers hat, ist die Hauptursache der Wirkung desselben; der Salpeter wird gleichmäßig unter alle Partikelchen der verbrennlichen Materie vertheilt; und da die Menge des Salpeters die größte ist, so wird jeder Theil des Schwefels und der Kohle davon umgeben, und gleichsam mit Salpeter überzogen. Da nun der Salpeter bei Anwendung des Feuers eine große Menge Lebensluft hergiebt, so ereignet sich daher das nämliche bei diesem Verbrennen, was man sieht, wenn ein brennender Körper in ein Gefäß mit Lebensluft getaucht wird; d. i. er brennt ungleich lebhafter, und in geringerer Zeit, als in der gewöhnlichen atmosphärischen Luft. Es folgt also hieraus, daß der Schwefel und die Kohle in einem Augenblicke sich entzünden müssen, wenn sie sich in einer Atmosphäre von Lebensluft befinden. Daher denn die schnelle Zersetzung des Salpeters, und die eben so schnelle Entzündung des Pulvers. Dieß nebst dem, daß dieses alles in verschlossenen Gefäßen erfolgt, kann großen Theils über die heftige Kraft Aufschluß geben, womit die Explosion erfolgt, und jedes Hinderniß aus dem Wege treibt, welches vorliegt.

Die Menge des Feuers, welches in dem Augenblicke der Verpuffung frei gemacht wird, trägt außerordentlich viel zur ausdehnenden Kraft des Schießpulvers bei. Obschon Feuer durch die Zwischenräume einer jeden Substanz in der Natur dringt, so kann es doch dieses nur

nach und nach, und innerhalb einer gegebenen Zeit thun: wenn daher die auf einmal frei gemachte Menge zu groß ist, um durch die Zwischenräume der umgebenden Körper zu gehen, so muß es jetzt nothwendiger Weise auf ähnli- Art wirken, wie alle gewöhnliche elastische Flüssigkeiten. Dieß muß wenigstens zum Theil Statt finden, wenn Schießpulver in einer Kanone angezündet wird; denn obschon das Metall für das Feuer durchgänglich ist, so ist doch die Menge, welche augenblicklich frei gemacht wird, zu groß, um durch die Zwischenräume desselben hindurch zu gehen; es muß daher alles anwenden, sich auf irgend einer Seite einen Weg zu bahnen; und da der umgebende Widerstand außer durch die Mündung zu groß ist, um ihn zu überwältigen, so äußert sich jetzt diese Kraft auf das Fortstoßen der Kugel.

Das Feuer erzeugt eine zweite Wirkung vermöge seiner ausdehnenden Kraft, welche verursacht, daß die im Augenblick der Verbrennung frei gewordnen luftähnlichen Flüssigkeiten sich mit einem Grade von Stärke ausbreiten, der der Temperatur verhältnißmäßig ist. Es ist auch wahrscheinlich, daß zugleich eine Menge brennbarer Luft in dem Augenblicke der Verbrennung frei gemacht wird, welche, so wie sie sich ausbreitet, zur Stärke der Explosion beiträgt. Sie werden jetzt leicht einsehen, wie sehr dieser Umstand die Wirkung des Pulvers vermehren müsse, wenn Sie bedenken, daß eine Pinte entzündbarer Luft bloß $1\frac{2}{3}$ Gran schwer ist; daher muß eine an Gewicht geringe Menge einen sehr großen Raum einnehmen, und eine außerordentlich ausdehnende Kraft äußern, wenn sie aus dem flüssigen in den luftähnlichen Zustand übergeht. Endlich wird ein Theil unzersetztes Wasser während der Abbrennung des Schießpulvers in Dampf verwandelt, und da Wasser als Dampf 17 bis 1800 Mal mehr Raum einnimmt, als in seinem flüssigen Zustande, so muß auch

dieser Umstand sehr viel zu der explodirenden Kraft des Pulvers beitragen.

Die bleibend elastische Flüssigkeit, die beim Entzünden des Schießpulvers erzeugt wird, ist von Herrn Robins zu 244 berechnet worden, wenn das Volumen des Pulvers 1 ist; und daß die zur Zeit der Explosion erzeugte Hitze verursacht, daß die solchergestalt erhaltene verdünnte Luft gegen 1000 Mal so viel Raum einnehme, als das Schießpulver beträgt. Dieser Druck kann daher 1000 Atmosphären, oder sechs Tonnen auf einen Quadratzoll gleich geschätzt werden.

Eines besondern Umstands, welcher sich beim Abbrennen des Schießpulvers ereignet, muß ich hier erwähnen; man sagt nämlich, daß, ob es schon seine eigene Luft zu erzeugen, und sich vermöge der Kraft seiner eignen Materialien auszubreiten scheine, der Same der gemeinen Distel, der noch seine Haare hat, oder irgend ein andrer leichter Körper, der nahe bei dem abgebrannten Pulver aufgehangen wird, jederzeit einwärts gegen das Pulver getrieben werde, ehe er vermöge der Explosion vorwärts gestoßen wird.

Die Wirkungen dieser Mischung sind indessen nichts in Vergleichung mit denjenigen einer andern, welche unter dem Namen Knallpulver bekannt ist, welches erhalten wird, wenn man in einem heißen marmornen Mörser mit einer hölzernen Keule drei Theile am Gewicht Salpeter, zwei Theile eines milden vegetabilischen Alkali und einen Theil Schwefelblumen vermischt, bis alles genau unter einander gemengt worden. Wenn eine Drachme dieses Pulvers einer mäßigen Hitze in einem eisernen Löffel ausgesetzt wird, so schmelzt es, und verursacht bald nachher eine Detonation, die dem Knalle einer Kanone

gleich kommt. Diese Erscheinung ist um desto auffallender, da die Wirkung davon ohne Einschließung des Pulvers in irgend einem Instrumente erfolgt. Sie läßt sich indessen erklären, wenn man bedenkt, 1) daß dieser Versuch bloß von statten geht, wenn man die Mischung nach und nach erwärmt, bis sie schmelzt; 2) daß wenn Knallpulver auf eine glühende Kohle geworfen wird, es bloß wie Salpeter mit einem geringen Geräusche verpufft; 3) daß eine Mischung von Schwefelleber mit Salpeter, in dem Verhältnisse eines Theils der erstern zu zwei Theilen des letztern, mit mehr Schnelligkeit sich entzündet, und einen ungleich stärkern Knall erzeugt, als die Mischung des Schwefels, des Salpeters und des Alkali. Man sieht also hieraus, daß wenn Knallpulver erhitzt wird, sich eine Schwefelleber bildet, ehe die Detonation Statt findet. Dieser Umstand erklärt mithin die ganze Erscheinung.

Brennbare Luft wird aus der Schwefelleber erzeugt, während dem das Salz Lebensluft giebt; diese zwei sind vermögend, eine starke Entzündung zu erzeugen, und werden durch einen Theil des Schwefels angezündet; allein da die dicke Flüssigkeit, durch welche sie dringen müssen, einen beträchtlichen Widerstand darbietet, und da alles zugleich in Feuer geräth, so stoßen sie die Luft mit solcher Heftigkeit und Schnelligkeit, daß sie auf gleiche Art zurückwirkt, wie ohngefähr der Lauf einer Muskete der Ausdehnung des Schießpulvers widersteht. Einen Beweis davon sieht man an der Wirkung des Knallpulvers, die es auf den Boden des Löffels äußert, worin die Explosion geschehen ist, indem dieser auswärts, und die Seiten einwärts gebogen werden, auf gleiche Art, als ob eine Kraft senkrecht unterwärts, und zur Seite einwärts gewirkt hätte.

Das auffallendste Beispiel von chemischer Detonation giebt eine Vermischung des volatilischen Alkali mit

Silber; Schießpulver und Knallgold sind mit diesem neuen Produkt auf keine Weise zu vergleichen, deren ersteres ein Glühen und letzteres einen beträchtlichen Grad von Wärme erfordert, um es zum Knallen zu bringen, indeß die geringste Berührung oder Anreibung hinreichend ist, das Knallsilber in Explosion zu setzen. Sobald dieses Gemisch zu Stande ist, darf es nicht weiter angerühret werden. Der Fall des geringsten Stäubchens dieser Zubereitung von einer geringen Höhe herab, brachte schon eine Detonation zuwege; und selbst ein Tropfen Wasser, der darauf fiel, hatte die nämliche Wirkung. Es kann daher schlechterdings kein Versuch angestellt werden, es in einer Flasche zu verschließen, sondern es muß bloß in der Kapsel bleiben, worin es durch Verdampfung diese schreckbare Eigenschaft erhalten hat. Um diesen Versuch mit Sicherheit anzustellen, darf keine größere Menge als ein Gran Silber angewendet werden, und die letzte Abtrocknung sollte jederzeit in einem metallnen Gefäße geschehen, wobei der Verfertiger sein Gesicht mit einer Maske sichern muß, in welcher die Löcher, die für die Augen ausgeschnitten worden, mit starken Gläsern bedeckt werden müssen. Die Explosion hängt, wie bei den vorigen Beispielen, von der plötzlichen Erzeugung luftähnlicher Flüssigkeiten ab.

Von der Auflösung.

Dieß ist eine andre Wirkung des Feuers, die mehr oder weniger mit jeder Erscheinung in der Natur in Verbindung steht. Wenn die Theile eines festen Körpers, z. B. das gewöhnliche Salz oder Zucker mit einer Flüssigkeit, als z. B. Wasser, verbunden werden, daß sie dem Anscheine nach zusammen eine homogene Flüssigkeit aus-

machen, indeß die Durchsichtigkeit des Wassers dadurch nicht vermindert worden, so sagt man, der feste Körper sey in dem flüssigen aufgelöset worden; und die Wirkung selbst heißt die Auflösung. Der flüssige Körper wird das Auflösungsmittel, oder noch gewöhnlicher das Menstruum genennt; das zusammengesetzte Produkt aus der Verbindung der Flüssigkeit mit dem Körper heißt eine Auflösung dieses oder jenen Körpers, in diesem oder jenem Menstruum.

In der Chemie sind die Kunstwörter Auflösung und Zersetzung (solution und dissolution) häufig mit einander verwechselt, und nicht selten unzweckmäßig eins für das andere gebraucht worden, um sowohl die Trennung der Partikelchen des Salzes in einer Flüssigkeit, z. B. Wasser, als auch die Trennung der Metalle in einer Säure auszudrücken. Einige Betrachtungen über die Wirkung dieser zwei Operationen werden Sie indessen bald überzeugen, daß sie nicht mit einander verwechselt werden dürfen.

Bei der Auflösung der Salze werden die Salzpartikelchen bloß von einander getrennt, und weder das Salz noch das Wasser werden zersetzt; wir sind vermögend, beides, das eine und das andre in der nämlichen Menge wieder zu erhalten, wie vor der Operation. Das nämliche findet bei der Auflösung der Harze in Alkohol Statt. Bei metallischen Trennungen hingegen erfolgt jederzeit eine Zersetzung der Säure, oder des Wassers, welches verdünnt; das Metall verbindet sich mit dem Sauerstoffe, wird in einen Kalk verwandelt, und es entbindet sich eine elastische Flüssigkeit, so daß keine der angewendeten Substanzen nach der Operation in dem nämlichen Zustande wie vorher verbleibt.

Die erforderlichen Bedingungen zur Auflösung sind eine gewisse Zubereitung der Theile des Auflösungsmittels

um sie zur Auflösung von den Theilen des aufzulösenden Körpers geschickter zu machen, und ein angemeßner Grad von Bewegung, um die Theile des einen an die Theile des andern zu bringen: Feuer ist die allgemeine Ursache dieser Bewegung. Man kann dieß durch einen leichten Versuch erläutern. Wenn man eine Thonkugel in kaltes Wasser legt, so bleibt sie ruhig, und die Flüssigkeit bleibt so rein wie vorher; allein setzet man dieses Wasser über Feuer, bis es kocht, so wird hierdurch der Thon bald zertheilt und verbreitet werden, und das Ganze bleibt so lange trübe, als die Theile des Wassers durch das Feuer in Bewegung erhalten werden. Wird das Wasser wieder kalt, so setzt sich der Thon zu Boden, und das Wasser wird wieder helle. Da die Theile des Thons spezifisch schwerer sind, als diejenigen des Wassers, so müssen sie darin zu Boden sinken, außer wenn dieß durch die Bewegung der Feuertheile verhindert wird. So lange sie in Bewegung sind, so lange bleiben sie auch in der Flüssigkeit schweben: dieses Schweben setzt also nothwendig eine Bewegung voraus. Außergewöhnliche Fälle lehren uns oft, was sich in gewöhnlichen zuträgt. Hier ist offenbar, daß Feuer vermöge seiner Bewegung die Theile eines festen Körpers in einem flüssigen von einander trennt, und darin schwebend erhält.

Ist die Bewegung des Feuers heftig, so erfolgt die Auflösung sehr geschwind, und eine große Menge des aufzulösenden Körpers wird in dem flüssigen Mittel schwebend erhalten. Daher wird auch in allen gewöhnlichen Fällen, wo die Auflösung nur langsam und nach und nach erfolgt, und die aufgelöste und in der Flüssigkeit schwebende Menge nur unbeträchtlich ist, die nämliche Wirkung durch jene unmerkliche innere Bewegung hervorgebracht, welche die Atmosphäre und alles, was sich darin befindet, in beständige Bewegung setzt. Die unun-

terbrochnen Ausdünstungen von der Oberfläche des Wassers zeigen, daß eine immerfortwährende Bewegung der Theile desselben Statt finden müsse; auch verdanken die meisten Auflösungsmittel ihre Wirksamkeit dem Feuer, welches zugleich mitwirkt, und ihnen eben ihre besondre Wirkungsart verschafft.

Alle Salze können allein durch Feuer flüssig gemacht werden, obschon freilich unter verschiedenen Graden der Temperatur. Einige derselben fließen bei einer mäßigen Hitze, indeß andre den stärksten Feuergrad erfordern. Diese Schmelzung der Salze vermittelst des Feuers erzeugt genau die nämlichen Erscheinungen, wie das Schmelzen des Eises. Feuer wird während dem Schmelzen der Salze aufgenommen und gebunden, wenn das Salz schmilzt, und Feuer entbindet sich oder wird frei, wenn das Salz kristallisirt. Dieß sind allgemeine Erscheinungen, welche allgemein während dem Uebergange einer jeden Art von Substanz aus dem festen in den flüssigen, und aus dem flüssigen in den festen Zustand vorkommen.

Die Erscheinungen, welche sich bei der Auflösung vermittelst des Feuers allein ereignen, sind jederzeit mehr oder weniger mit solchen verbunden, welche während der Auflösungen in Wasser Statt finden; so wie denn die Natur der Auflösung eines Salzes vermittelst Feuer die Natur einer Auflösung vermittelst Wasser bestimmt. Wenn daher z. B. ein Salz im Wasser schwer aufgelöset werden kann, dagegen aber leicht durch Feuer, so folgt daraus offenbar, daß es in heißem Wasser leicht auflösbar seyn werde, ob es schon im kalten Wasser schwer hält. Allein sollte es sowohl in Wasser als im Feuer kaum aufgelöset werden können, so wird der Unterschied zwischen heißem und kaltem Wasser sehr unbeträchtlich seyn. Diese Betrachtungen zeigen, daß es eine nothwendige Beziehung

zwischen der Auflösbarkeit des Salzes im Wasser und dem Grade der Temperatur giebt, wobei das nämliche Salz vom Feuer ohne Beistand des Wassers schmelzt, und daß der Unterschied der Auflösbarkeit im heißen oder kalten Wasser nach Verhältniß größer ist, als es leichter vom Feuer aufgelöset wird, oder bei einem niedrigen Grade der Temperatur zerfließt. Hieraus erhellet der Grund, warum Salze geschwinder in heißem als in kaltem Wasser auflösbar sind. Bei allen Auflösungen der Salze spielt das Feuer seine Rolle. Kommt das Feuer von der zweiten Hand, wird es nämlich von den nahe liegenden Körpern hergegeben, so kann es nur langsam bis zu dem Salze dringen; allein ist das erforderliche Feuer vorhanden, und bereit, mit dem Auflösungswasser zu wirken, so äußert es sich unmittelbar auf das Salz.

Daß die Kraft der Auflösung nicht in dem Wasser befindlich sey, sieht man aus folgendem Versuche. Man lasse einiges Wasser über dem Feuer in einem gläsernen Gefäße kochen, und werfe Seesalz nach und nach in kleinen Portionen hinein, so wird man finden, daß nachdem eine große Menge aufgelöset worden ist, das Wasser eben so durchsichtig seyn wird, als es vorher war; ein Beweis, daß eine vollkommne Auflösung Statt gefunden habe. Sodann nehme man das Gefäß vom Feuer, worauf, so wie das Wasser anfängt abzukühlen, einiges Salz zu Boden fallen wird. Je mehr sich nun die Solution der Temperatur der Luft nähert, desto mehr wird auch nach und nach von dem Salze niederfallen. Hieraus können wir schließen, daß das Feuer die größere Menge schwebend erhält, und daß der noch übrige aufgelöste Theil durch die gewöhnliche Wirkung der zurückbleibenden Wärme getragen werde; daß endlich, wenn es Wasser ohne alles Feuer gäbe, gar keine Auflösung darin Statt haben würde, wie dieß der Fall ist, wenn z. B. das Wasser zu

Eis gefriert, weil jetzt das Wasser als eine feste Masse nicht weiter als ein Auflösungsmittel wirken kann. Das nämliche Medium, welches ihm Flüssigkeit giebt, macht es auch zu einem Menstruum, und seine auflösende Kraft vermehrt sich mit seiner Hitze. Wasser ist daher bloß in sofern ein Auflösungsmittel, als es dazu durch das Feuer gemacht wird, und folglich ist bei solchen Auflösungen nicht Wasser, sondern Feuer das Wirkungsmittel.

Wenn Sie eine Unze gemeines Salz nehmen, und werfen sie in ein Quart Wasser, so verschwindet das Salz innerhalb sehr kurzer Zeit, besonders wenn man das Wasser bewegt, indem es gleichförmig durch das ganze Wasser vertheilt wird. Werfen Sie noch eine Unze Salz mehr zu, so wird auch diese aufgelöset werden, obschon freilich nicht so geschwind als erstere. Fahren Sie so fort, so wird das Wasser endlich auch nicht das geringste Theilchen mehr aufnehmen, und man sagt dann, daß nunmehr das Wasser vollkommen gesättiget sey. Dieß verhindert aber gleichwohl nicht, daß nicht eine gewisse Menge von einem andern Salze, und nach diesem vielleicht noch von einem dritten oder vierten aufgelöset werden könnte.

Von der Kristallisirung.

Bei diesem Prozesse werden die Bestandtheile eines festen Körpers, die vermöge einer dazwischen kommenden Flüssigkeit von einander getrennt sind, verdichtet, und wieder zu einer festen Masse gebracht.

Wenn die Theilchen des Körpers bloß durch Feuer getrennt, und hierdurch in einem flüssigen Zustande erhal-

ten werden, so ist alles, was zum Kristallisiren erforderlich ist, einen Theil des Feuers zu entziehen, welcher zwischen den Partikelchen liegt, oder mit andern Worten, ihn abzukühlen. Geschieht diese Abkühlung langsam, und der Körper bleibt während dem ruhig, so legen sich die Theilchen desselben in eine regelmäßige Ordnung, und es findet unter diesen Umständen das eigentlich sogenannte Kristallisiren Statt. Allein erfolgt die Abkühlung schnell, oder wird die Flüssigkeit in dem Augenblicke gestört, wenn sie eben in den festen Zustand übergehen will, so ist die Kristallisirung unregelmäßig.

Die nämlichen Erscheinungen ereignen sich bei Auflösungen im Wasser, oder vielmehr bei solchen, die theils im Wasser, theils durchs Feuer geschehen. So lange als hinreichendes Wasser und Feuer vorhanden ist, um die Theilchen eines Körpers getrennt zu erhalten, bleibt das Salz in einem flüssigen Zustande; allein finden sich diese nicht mehr in zureichender Menge, so erlangt das Salz seine feste Form, und es erzeugen sich um so mehr regelmäßige Kristalle, nach Verhältniß als die Ausdünstung langsamer und ungestört erfolgt.

Alle Erscheinungen, deren wir bereits vorher erwähnet haben, daß sie während der Auflösung der Salze Statt finden, erfolgen hier in entgegengesetzter Ordnung während ihrer Kristallisirung. Das Feuer entwickelt sich in dem Augenblicke, als sie eine feste Form annehmen: ein fernerer Beweis der Wirksamkeit des Feuers. Um daher Salze kristallisiren zu lassen, welche durch Feuer schnell fließen, ist es nicht bloß hinreichend, das Wasser abzudunsten, sondern es muß auch das mit ihnen verbundene Feuer entzogen werden. Salpeter, Alaun u. s. f. beweisen es, daß, um Salze kristallisiren zu lassen, mit der Abdampfung eine Abkühlung verbunden werden muß.

Hingegen werden solche Salze, welche nur wenig Feuer bedürfen, um sie in Auflösung zu erhalten, und welche eben wegen dieses Umstandes im kalten sowohl als im warmen Wasser auflösbar sind, durch Abdampfung allein kristallisirt, und nehmen selbst diesen Zustand im kochenden Wasser an. Ist die trennende Materie entzogen, so nehmen die Salze eine Form an, die ihrem Zustande natürlich ist, oder mit andern Worten, sie kristallisiren.

Von der Abklärung.

Diese wird entweder dadurch bewirkt, daß die größern Theilchen und die heterogenen Materien von den Flüssigkeiten getrennt werden, um sie rein und durchsichtig zu erhalten; oder daß man die Theile wieder auflößt, welche sich niederschlagen wollen, damit sie gleichmäßig vertheilt werden können, um unsichtbar zu werden. Wenn der Niederschlag durch jene Zusammenziehung verursacht wird, welche vermittelst der Kälte erfolgt, so ist Wärme das natürliche Hülfsmittel dagegen. Wenn Wein bei Kälte dick und trübe wird, so wird eine gelinde Wärme eine Auflösung bewirken, und ihn wieder helle machen. Urin, wenn er sehr trübe ist, kann wieder seine vorige Durchsichtigkeit erlangen, wenn man ihm eine Wärme giebt, die derjenigen des menschlichen Körpers gleich ist. Einige Körper werden gereiniget, wenn das Feuer die gröbern Theile wegnimmt, und die feinern zurückläßt: so werden Gold und Silber im Ofen gereiniget. Andre Materien werden durchs Feuer gereiniget, indem der feinere Theil abgezogen wird, und diejenigen zurückbleiben, welche zu schwer sind, um aufsteigen zu können; so wird Seewasser durch das Destilliren süß gemacht. Allein nie ist die Wirkung des Feuers mehr offenbar, wenn man

abklären will, als wenn ein Schaum sich über einer kochenden Flüssigkeit erhebt. Auch auf verschiedene andre Wege, die den chemischen Mahlern, Färbern und andern Manufakturisten bekannt sind, reinigt das Feuer. Ueberhaupt ist das Feuer das große Wirkungsmittel, welches alles reinigt.

Von Gerüchen.

Gerüche werden insgemein durch die Wirkung des Feuers auf verschiedene Substanzen erzeugt, so daß einige derselben ihr Daseyn bloß dem Feuer zu verdanken zu haben scheinen. Das Schwefelpulver ist ohne Geruch, so lange es kalt ist; allein nichts ist von einem stärkern Geruch als der Dampf desselben, wenn er vermittelst des Feuers erzeugt und verbreitet wird. Weinessig hat in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre nur einen sehr schwachen Geruch, allein wird er warm gemacht, so ist er außerordentlich stark und durchdringend. Wenig oder gar keinen Geruch spürt man an dem frischen Beine eines Thiers; allein wird es an das Feuer gelegt, so wird sich der Geruch durch das ganze Haus verbreiten. Eben dieß ist der Fall mit Federn, welche außerordentlich stark riechen, wenn sie am Feuer versengt werden. Dieser auffallend stinkende Geruch ist ein Kennzeichen thierischer Substanzen, der sich ganz von vegetabilischen unterscheidet, daher man sich dessen auch bedient hat, um zu bestimmen, zu welchem Naturreiche die Korallen und korallinischen Körper gehören, die man aus der See erhält. Aller Geruch, der beim Faulen der Körper entsteht, hängt besonders von der Wirkung der Wärme ab; und die Absicht der Vorsehung ist nicht zu verkennen, daß wenn todte Aeser besonders der Fäulniß unterworfen sind, und so bei der Hitze

des Sommers schädlich werden könnten, eine Erzeugung von Fliegen erfolgt, die in der Luft schwärmen, und alles Schädliche soviel als möglich, vermöge einer gefräßigen Brut von Maden wieder wegnehmen. In sehr großer Kälte äußert sich kein Geruch von todten Körpern, weil keine Fäulniß Statt finden kann. Da die am meisten ausdunstenden Flüssigkeiten, so wie sie gefrieren, keinen Geruch geben, so ist dieß denn auch der Grund, daß die todten Körper von Menschen und Thieren, welche auf dem großen Bergrücken der Andes in Südamerika gestorben sind, viele Jahre lang frisch liegen blieben.

Von den verschiedenen Verfahrungsarten, Feuer zu erzeugen und zu sammeln.

Es giebt dreierlei Verfahrungsarten, Feuer hervorzubringen, 1) vermittelst der Reibung und Stoßung fester Körper, 2) durch Gähren und Aufbrausen, 3) durch Auffangung und Vereinigung der Sonnenstrahlen.

Das Stoßen oder Reiben fester Körper ist das gewöhnlichste Mittel, dessen man sich bedient, um Feuer zu erzeugen. Die leeren Stellen aller festen Körper sind mit Feuer angefüllt, so daß es unmöglich ist, ihre Theile geschwind in Bewegung zu setzen, oder zu trennen, ohne nicht zugleich die nämliche schnelle Bewegung dem Elemente mitzutheilen, welches sich darin befindet. Wenn ein Stück gehärteter Stahl mit einem Flintsteine geschlagen wird, so werden einige Theilchen des Metalls von der Masse abgestoßen, und das Feuer, welches auf diesen Schlag folgt, ist denn so heftig, daß es dieselben schmelzt und verglaset. Werden die Theilchen des Stahls

auf Papier aufgefangen, und vermittelst eines Mikroskops betrachtet, so werden Sie die meisten derselben als kleine Kügelchen finden, die eine sehr hohe Politur haben. Ihre kugelähnliche Gestalt beweist also, daß sie in einem flüssigen Zustande gewesen sind, und die Politur auf ihrer Oberfläche zeigt, daß sie verglaset worden; indem nämlich das Feuer mit aller Gewalt frei gemacht wird, so setzt es die Theilchen der Substanz in Stand, sich mit der Lebensluft zu verbinden, indeß diese Luft das Verbrennen beschleuniget. Die ganze erzeugte Wärme kommt nicht von dem Körper selbst, weil nach Verhältniß, als das innere Feuer entwickelt wird, die äußere Luft auf den Körper wirkt, und Feuer giebt.

Nicht jede Bewegung, wie ich bereits oben bemerkt habe, verursacht indessen eine Vermehrung der Wärme in den Körpern. Eine Glocke, oder ein andrer tönender Körper, kann einen Stoß erleiden, wodurch alle Theilchen des Metalls in eine zitternde Bewegung gerathen, welche selbst eine Zeitlang fortdauert, allein es erfolgt davon keine Hitze. Folgende Bedingungen scheinen daher dazu schlechterdings erforderlich zu seyn: 1) daß ein Körper mit einem andern in Berührung gesetzt werde; 2) daß er sich geschwind über denselben wegbewegen müsse; welche Bedingungen unter dem Namen Anreibung bekannt sind. Diese Wirkungen sind mehr oder weniger schnell und heftig, je nachdem die Substanz beschaffen ist, so wie nicht weniger der Grad und die Dauer des Stoßes, oder der Grad der Anreibung das seinige mit beiträgt. Diese Anreibung wird besonders durch Druck und Geschwindigkeit vermehrt; daher die mehr innige Berührung, und die geschwindere Bewegung ein um so lebhafteres Feuer erzeugen.

Wenn das Eisenwerk an der Welle eines Kutschenrades gegen einander wirkt, ohne daß eine fettartige Sub-

stanz dazwischen liegt, um sie von dem unmittelbaren Kontakte abzuhalten, so werden sie endlich so heiß werden, wenn der Wagen scharf fährt, daß dadurch das Holz in Brand geräth; und da die vordern Räder die kleinsten sind, und mehrere Revolutionen machen, so sind sie dieserwegen dieser Gefahr am meisten ausgesetzt. Eben dieß ist auch der Fall bei Mühlen, oder bei jeder andern Maschine, wenn diese nöthige Vorsicht nicht in Acht genommen wird. Es ist bei den Grobschmieden nichts Ungewöhnliches, daß sie sich einer Eisenplatte als eines gelegentlichen Feuerzeugs bedienen; wenn sie nämlich auf dem Ambose so lange gehämmert wird, bis sie rothheiß glühet, so wird sie jetzt im Stande seyn, einen Schwefelfaden anzuzünden. Ein starker Mann, welcher geschwind schlägt, und zu gleicher Zeit das Eisen immer wendet, so daß beide Seiten der Kraft des Hammers gleichmäßig ausgesetzt werden, wird dieß in ungleich kürzerer Zeit zuwege bringen, als man außerdem erwarten könnte. Wenn Sie in der kältesten Jahreszeit eine dichte Eisenplatte auf eine andre legen, und auf die obere drükken, oder ein Gewicht legen, daß sie auf der untern dichte sitzt, sodann aber eine über die andre durch wechselseitige Bewegungen wegschieben, so werden sie zuerst warm, und endlich so heiß werden, daß sie in kurzer Zeit Funken geben, und endlich rothheiß glühen, als ob sie aus einem heftigen Feuer genommen würden.

So werden minder harte Körper, z. B. eine Schnur, die man vor- und rückwärts geschwind gegen eine Pfoste oder einen Baum reibt, Feuer fangen; ein Stück Holz, das man gegen ein anderes, welches gedreht wird, wie es der Fall bei Drechslern nicht selten absichtlich ist, wird bald schwarz werden, und einen Dampf geben. Selbst Ihre flachen Hände, wenn Sie dieselben schnell auf einander reiben, und sie vollkommen trocken

sind, werden einen Geruch geben, als ob sie versengt worden. Das Verfahren, Feuer vermittelst des Reibens zweier Stücke Holz auf einander hervorzubringen, ist von dem Landvolke schon in den ältesten Zeiten angewendet worden, so wie man es noch in verschiedenen Gegenden der Welt findet. Das Verfahren dabei wird in Kapitain Cooks Reisen sehr genau beschrieben. Von den Einwohnern von Neuholland sagt man, daß sie sehr leicht Feuer machen, und es auf eine sonderbare Art zu verbreiten wissen. Um es zu erhalten, nehmen sie zwei Stücke weiches trocknes Holz, deren eines aus einem Stecken von ohngefähr acht bis neun Zoll Länge, das andre aus einem flachen Stücke besteht. Dem Stecken geben sie an dem einen Ende eine stumpfe Spitze, und indem sie denselben auf das andre aufdrücken, so drehen sie denselben geschwind zwischen beiden Händen rund herum, wie man es mit einer Schokoladenmühle macht, während dem sie die Hände öfters auf- und abwärts schieben, und darauf herabbewegen, um den Druck soviel als möglich zu verstärken. Auf diese Art verschaffen sie sich in weniger als zwei Minuten Feuer, und wissen den kleinsten Funken sehr schnell und mit vieler Geschicklichkeit anzufachen.

Von dem Gähren und Aufbrausen.

Diese finden selten Statt, ohne Wärme zu erzeugen, welche nicht selten so groß wird, daß sie in wirkliche Flamme ausbricht. Gießt man z. B. eine Säure auf ein Alkali, so wird ein Aufbrausen erfolgen, und zugleich eine starke Wärme erzeugt werden; eben so werden Sie, wenn Sie Wasser auf Vitriolöl gießen, einen großen Grad von Hitze erhalten, der nicht selten so groß ist, daß das Gefäß zerbrochen wird, wenn es aus einer zerbrech-

lichen Materie besteht. Gießt man ferner auf Oel eine höchst konzentrirte Säure, so wird die Gährung sehr stark seyn, und das solchergestalt entwickelte Feuer wird in eine wirkliche Flamme ausbrechen: eben so wird auch eine Mischung von Wasser und Weingeist offenbar Wärme erzeugen. Diese Wirkungen erfolgen vermittelst der Anreibung und des Stoßes der Theile der verschiedenen Substanzen, wodurch Feuer entwickelt wird, und der Raum, den es einnahm, wird durch das wechselseitige Eindringen der Flüssigkeiten erfüllt. Wenn die erzeugte Hitze sehr groß wird, so wird die umgebende Luft zersetzt, und es erfolgt eine Entzündung. Daß die Substanzen einander durchdringen, wird dadurch leicht bewiesen, weil ihr Volumen nach der Vermischung geringer ist, als vorher. Vermischen Sie ein Nösel Wasser mit einem Nösel Weingeist, so wird die dadurch erhaltene Mischung kein völlig Maß ausmachen, woraus denn offenbar ist, daß ein wechselseitiges Durchdringen der Substanzen Statt gefunden habe. Bei der Gährung und bei jeder Operation, wodurch die Natur der Körper verändert wird, entwickelt sich Feuer, um der Absicht der neuen Zusammensetzung zu entsprechen: daher wird bei chemischen Operationen zuweilen Kälte, zuweilen Hitze erzeugt.

Fäulung ist gleichfalls eine Art von Gährung. Bei der Fäulung werden nämlich Körper durch das Feuer erhitzt, welches dann frei wird, indeß die Körper mit Theilchen der Lebensluft verbunden werden.

Wenn eine große Menge Heu in einem zu feuchten Zustande auf einander gelegt wird, so fängt es nach und nach an, in Brand zu gerathen; dieß läßt sich leicht erklären, wenn Sie bedenken, wie vieles Feuer zurückbleibt, welches doch als Dampf verfliegen sollte; diese Feuchtigkeit und dieses Feuer werden durch den Druck des Heus

ausgetrieben; wenn das Feuer entbunden worden, und nicht im Stande ist, so geschwind als es entsteht, durch die Zwischenräume der aufliegenden Materie zu entweichen, so wird die Bewegung und das Anreiben so verstärkt, daß es endlich in wirkliche Flamme ausbricht, und die Substanz verzehrt. Diese Hitze, wenn ein großer Heuschober in Brand geräth, ist nicht selten so groß, daß die Substanz des Heues öfters in Glas verwandelt wird.

Das dritte Mittel, die Wirkung des Feuers zu erwecken, geschieht vermittelst der Sonnenstrahlen. Diese Strahlen erwärmen alle Substanzen, welche ihrer Wirkung ausgesetzt werden; sie dringen zwischen die Theilchen des Körpers, und vermehren die Menge des Feuers, was sie bereits enthalten, wodurch denn nothwendig eine Hitze erzeugt wird. Die Wirkung dieser Strahlen, wenn sie vermittelst Spiegel oder durch Brenngläser gesammelt werden, ist in dem Brennpunkte derselben äußerst groß. Wenn eine große Menge flacher Spiegel die Strahlen der Sonne auffangen, und diese Strahlen so geleitet werden, daß sie alle auf eine und dieselbe Substanz fallen, so wird der Körper beträchtlich erwärmt, und zwar um so mehr nach dem Verhältniß als die Menge der Strahlen groß ist, welche auf einen solchen Körper auffallen. So lange als die Strahlen ihre parallele Richtung behalten, entsteht wenig Wärme von ihnen; allein wenn sie in verschiedenen Richtungen zusammengeworfen werden, und in sich selbst zurückkehren, entweder durch die Wirkung der Luft, oder durch Anreibung, oder vermittelst der Refraktionen und Reflektionen der Brenngläser, so wirken sie zusammen mit einer außerordentlichen ausdehnenden Kraft, und erwecken in uns jederzeit die Empfindung der Hitze.

Hält man einen hohlen Spiegel so gegen die Strahlen der Sonne, daß die Fläche des Spiegels soviel als

möglich senkrecht gegen die einfallenden Strahlen vor dem Spiegel gekehrt ist, so wird ein heller Lichtkegel entstehen; die Ursache davon werde ich in der Vorlesung über die Katoptrik, oder das Zurückprallen des Lichts näher erklären. Stellen Sie eine Substanz an die Spitze des Kegels, so wird sie sogleich schmelzen, verbrennen, kalziniren oder verglasen, je nachdem sie beschaffen ist.

Auf gleiche Art wird, wenn Sie ein konvexes Brennglas gegen die Sonne so halten, daß die Axe desselben, wenn sie verlängert würde, mit den einfallenden Strahlen beinahe parallel liefe, ein Kegel hinter der Linse entstehen, in dessen Spitze die nämliche Wirkung erzeugt werden wird, wie es bei dem konkaven Spiegel der Fall war.

Das Sonnenlicht wirkt als das heftigste Feuer selbst im luftleeren Raume; auch wirkt es auf gleiche Art auf dem Gipfel der kältesten Gebürge; ja Herr de Saussüre glaubt es hier noch stärker gefunden zu haben, als auf dem flachen Lande und in Thälern. Das Sonnenlicht erzeugt also Hitze, wo, soviel wir wissen, kaum irgend eine andre Substanz gegenwärtig ist, als nur das Licht selbst, und der Körper, auf den es wirkte.

Wir können also zufolge dieser Versuche sicher schließen, daß, durch welche Mittel auch die Sonnenstrahlen vereiniget werden, sie Hitze erzeugen, die nach Verhältniß wirksamer ist, als eine größere Menge Strahlen in dem kleinsten Raume zusammengedrängt werden. Die Wirksamkeit in dem Brennpunkte eines Brennglases ist verschieden, und richtet sich nicht nur nach der Menge der Strahlen, die in einem gegebenen Raume gesammelt werden, folglich nach der Oberfläche oder dem Durch-

messer der Linse, sondern auch selbst nach der Art, wie dieses Sammeln geschieht: denn wenn man zwischen dem Brennglase und dessen Brennpunkt, ohngefähr zwei Drittheile der Länge der Axe des Lichtkegels von dem Brennglase, ein andres kleineres konvexes Brennglas hält, so wird dieses Brennglas das Zusammenlaufen der Strahlen vergrößern, und hierdurch ihre Wirksamkeit vermehren, ob schon weniger Strahlen gesammlet, und mit einander verbunden werden, da viele derselben durch die festen Theile des Brennglases aufgefangen werden. Hieraus folgt also, daß der Brennpunkt nach Verhältniß stärker ist, je stumpfer die Winkel sind, welche die gesammelten Strahlen unter einander bilden.

Die Wirkungen, welche vermöge eines konvexen Brennglases erzeugt werden, hängen von seiner Durchsichsichtigkeit und Figur ab; jede durchsichtige Substanz von der nämlichen Figur wird dieselben Wirkungen erzeugen: dem zufolge kann ein Brennglas aus Eis gemacht werden, und selbst eine Flasche Wasser ist dazu vermögend. Auf gleiche Art hängen die Wirkungen der konkaven Spiegel bloß von der Politur ihrer Oberfläche und von der Figur ab; es ist also gleichviel, wovon sie gemacht werden, ob von Gips, Pappe u. s. f. So lange die Strahlen der Sonne parallel fortlaufen, erzeugen sie wenig oder gar keine Empfindung von Hitze, allein sobald als sie durch die Refraktionen eines konvexen Brennglases, oder die Reflektionen eines konkaven Spiegels gegen einander treten, so ist Hitze die unmittelbare Folge hiervon: wie dichte und heftig indessen aber auch das Feuer im Brennpunkte seyn kann, so hört es doch augenblicklich auf, sobald als das Glas weggenommen wird. Die Sonnstrahlen erzeugen für sich allein keine Hitze: denn wenn sie auf irgend eine Substanz wirken, so können Sie Ihren Finger innerhalb einiger Zolle von den größten Brenngläsern eben so

sicher halten, als in einer Entfernung von zwanzig und mehr Fuß.

Wir können daher aus diesen Versuchen schließen, daß wo Licht in einer beträchtlichen Menge von einem Punkte ausgeht, und sich wie die Halbmesser eines Kreises von ihrem Mittelpunkte zerstreut, hier ein beträchtlicher Grad von Hitze gefunden werden wird, wenn man daselbst oder nahe dabei einen dunkeln Körper von geringer oder gar keiner reflektirenden Kraft legt. Die Wirkung des Lichts kann in diesem Falle als die letzte Ursache der Wärme angesehen werden.

Wenn der Punkt, von welchem die Strahlen ausfahren, ein durchsichtiges Medium ist, als Luft oder Wasser, so wird dieses Medium ohne Gegenwart eines dunkeln Körpers gar nicht erhitzt werden: eine andre Ursache der Hitze ist daher der Widerstand der Theile des Körpers, auf welchen das Licht fällt.

Wenn ein Körper, der vermögend ist das Licht sehr häufig zu reflektiren, dem Brennpunkte nahe gebracht wird, so wird er nicht erhitzt werden; es ist also ein Eindringen des Lichts in die Substanz, und ein beträchtlicher Grad des Widerstands von Seiten des Körpers gegen die Wirkung des Lichts zur Hervorbringung der Hitze erforderlich; es werden folglich diejenigen Körper den größten Grad der Hitze erleiden, in deren Substanz das Licht am besten eindringen kann, d. i. welche das geringste reflektirende Vermögen besitzen, und der Wirkung des Lichts am meisten widerstehen, wie es offenbar der Fall bei schwarzen und dichten Substanzen ist.

Archimed soll der erste gewesen seyn, der sich der Brennspiegel von einer beträchtlichen Kraft bedienet hat. Man erzählt von ihm, daß er die Schiffe des Marcellus

mittelst eines Brennspiegels in Brand gesetzt habe, der aus vielen kleinen viereckigen Spiegeln bestanden, die sich auf Angeln nach allen Richtungen hätten bewegen lassen, und wenn sie in die Sonnenstrahlen gesetzt worden, die römische Flotte innerhalb eines Bogenschusses weit angezündet und in Asche verwandelt hätten. Verschiedene Entdeckungen dieses so berühmten Mannes scheinen das Fassungsvermögen des Menschen so sehr zu übersteigen, daß viele Gelehrten es leichter gefunden haben, sie in Zweifel zu ziehen, als den Mitteln nachzuspüren, wodurch er dazu gelanget ist; ja einige haben schlechterdings geläugnet, wovon sie sich keinen Begriff machen konnten. Dieß war auch der Fall mit seinem Spiegel. Die Möglichkeit, dergleichen Wirkungen hervorzubringen, wurde kühn geläugnet, bis sie in einem gewissen Grade durch den Pater Kircher und den Herrn Büffon realisirt wurden. Letzterer vorzüglich verfertigte nach der Einrichtung des Archimeds einen Brennspiegel aus 168 kleinen ebnen Spiegeln, die einen so beträchtlichen Grad von Hitze erzeugten, daß in einer Entfernung von 209 Fuß Holz angezündet, bei 120 Blei, und bei 50 Fuß Silber geschmolzen werden konnte.

Die Brenngläser des Herrn von Tschirnhausen von drei bis vier Fuß im Durchmesser, deren Brennpunkt noch vermittelst eines zweiten Brennglases stärker gemacht wurde, verglaseten Ziegel, Schiefer, Bimstein u. s. f. innerhalb einen Augenblick; Pech und alle Harze wurden selbst unter Wasser geschmolzen; die Asche von Vegetabilien, Holz und andre Materien wurden hierdurch in Glas verwandelt; kurz alles was unter ihren Brennpunkt gebracht wurde, schmolzen und kalzinirten sie entweder, oder lösten es in Rauch auf.

Herr Parker verfertigte ein Brennglas von drei Fuß im Durchmesser von Flintglas, welches, so wie es

in seiner Fassung war, den Sonnenstrahlen eine Fläche von zwei Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll darbot; mit diesem war noch eine kleinere Linse verbunden, um die Strahlen näher an einander zu bringen, und solchemnach hierdurch seine Wirkungen zu vergrößern. Die Versuche, welche mit diesem Brennglase gemacht wurden, sind zu zahlreich, als daß ich sie hier anführen könnte. Bloß dieß muß ich berühren, daß sie übrigens freilich mit ungleich größerer Genauigkeit gemacht wurden, als man außerdem gewöhnlich anwendet. Die folgende Tafel wird Ihnen eine allgemeine Uebersicht der Wirkungen desselben geben.

Tafel

der geschmolzenen Substanzen, nebst ihrem Gewichte und der Zeit, während welcher sie schmolzen.

	Gew. in Gran	Zeit in Sek.
Reines Gold . .	20	4
Reines Silber . .	20	3
Reines Kupfer . .	33	20
Reine Platina . .	10	3
Nickel . .	16	3
Stabeisen, ein Würfel .	10	12
Gegossenes Eisen, ein Würfel .	10	3
Stahl, ein Würfel .	10	12
Schlacken von geschmiedetem Eisen	12	2
Kearsh . .	10	3
Cauk oder Schwererde .	10	7
Ein Topas oder Chrysolith .	3	45
Ein orientalischer Smaragd .	2	25

	Gew. in Gran	Zeit in Sek.
Kristallkies	7	6
Weißer Agath	10	30
Orientalischer Kiesel	10	30
Roher Karniol	10	75
Jaspis	10	25
Onyx	10	20
Granat	10	17
Weißer rhomboidalischer Spath	10	60
Zeolith	10	23
Verwitterter Stein	10	80
Gemeiner Schiefer	10	2
Asbest	10	10
Gemeiner Kalkstein	10	55
Bimstein	10	24
Lava	10	7
Vulkanischer Thon	10	60
Cornischer Moorstein	10	60

Taf. V. Fig. 8. stellt das gewöhnliche Verfahren vor, Brenngläser aufzustellen; die große Brennlinse liegt in der Fassung AB, die kleinere in der Fassung CD parallel damit, und mit der größern vermöge der Schienen von Holz a, b, c, d, e, f verbunden. H ist der Apparat, welcher die Substanz hält, die den Strahlen der Sonne ausgesetzt werden soll. Alles steht auf einem halben Kreise EFG, wodurch die Gläser die gehörige Richtung erhalten können, damit die Sonnenstrahlen nach Erforderniß einfallen. Der halbe Kreis wird von einer starken Säule und einem Fuße getragen.

Von den Verfahrungsarten, die Wirkung des Feuers zu verstärken oder zu vermindern.

Die Verstärkung des Feuers geschieht erstlich, daß man die Menge des Feuerungsmittels vermehrt; zweitens, wenn man die Wirkung desselben zu konzentriren sucht, oder indem man verhindert, daß es sich nicht in einen zu großen Raum ausbreite; drittens, indem man die Wirkung des Feuers auf einen Ort besonders zu richten sucht; und endlich viertens, daß man dem Feuer in hinreichender Menge Lebensluft zuführt.

Das erstere Verfahren ist jedermann bekannt. Sie wissen alle, daß wenn man dem Feuer mehr Materialien oder Nahrung giebt, es verstärkt werde: diese Menge der Nahrung, die dem Feuer gegeben wird, muß indessen aber doch jederzeit seinem Volumen und dem Grade der Verbrennlichkeit angemessen seyn. Keine Substanz kann ohne Lebensluft brennen, und ohne daß sich nicht Phlogiston entwickele, welches aber bloß bei einem gewissen Grade von Hitze Statt findet. Ist das Feuer klein, und die Substanz groß und feucht, so wird das Feuer verlöschen, ehe der Substanz die erforderliche Hitze mitgetheilt werden kann. Auf gleiche Art verlöscht ein Licht, wenn man es umkehrt, weil der Talg, welcher auf den Docht fließt, nicht stark genug erhitzt ist, um sich zu entzünden.

Des zweiten Verfahrens bedienen sich die Künstler und Chemiker vermöge ihrer Oefen, die sie so einrichten lassen, daß das darin enthaltene Feuer wie aus einem Mittelpunkte wirkt, indem seine Strahlen, wenn sie gegen den obern Theil des Ofens anschlagen, von da zurückgeworfen, und konzentrirt werden, so daß sie jetzt mit größerer Kraft wirken können.

Auch das **dritte** Verfahren wenden verschiedene Künstler an, welche die Flamme vermittelst des Blaserohrs oder Blasebalgs konzentriren, und ihr die erforderliche Richtung geben: die auf diese Art gegen irgend einen Ort geleitete Flamme ist von einer hinreichenden Stärke, um Glas, Email und Metalle schmelzen zu können; denn auf diese Art wird das zum Verbrennen erforderliche Fluidum der Flamme zugeführt, und an der verlangten Stelle eine große Hitze erzeugt. So kann die Wirkung der heftigsten Hitze des Ofens vermöge der Flamme eines Lichts oder einer Lampe erhalten werden, wenn sie auf einen kleinen Theil irgend einer Substanz vermittelst des Blaserohrs geleitet wird.

Das **vierte** Verfahren besteht darin, daß man das Feuer mit Lebensluft belebt. Herr **Lavoisier** hat verschiedene merkwürdige Versuche mit auf diese Art belebtem Feuer angestellt, und kaum irgend eine Substanz gefunden, die nicht der heftigen Wirkung desselben nachgegeben hätte; ja die Wirkung übertraf selbst alles, was man je durch Brenngläser oder Brennspiegel hat bewirken können. So war bei seinem ersten Versuche die Stärke der dadurch erhaltenen Hitze so groß, daß sie selbst eine kleine Menge roher Platina schmolz; er löthete Rubinen an einander, ohne daß ihre Farbe, oder ihr Gewicht dadurch litt; Smaragde, Chrysolite und Granaten wurden beinahe augenblicklich in ein dunkelgefärbtes Glas zusammengeschmolzen. Hier muß ich noch bemerken, daß unter den Edelsteinen der Diamant eine ihm ganz eigene Beschaffenheit äußert; er brennt auf gleiche Art wie alle verbrennliche Körper, und wird ganz zerstört.

Jetzt will ich noch einiger Meinungen über dieses so wichtige Element erwähnen, deren ich zu Anfange dieser Vorlesungen nicht gedenken konnte, und überlasse es Ih-

nen, sie bei Muse mit den bereits bekannten Thatsachen und den Hypothesen zu vergleichen, die wir eben jetzt näher geprüft haben.

Die Verfasser der brittischen Encyklopädie stimmen mit dem Herrn Lavoisier überein, daß sie den Gebrauch des Worts Wärme anstatt Feuer verwerfen, weil Wärme keine Flüssigkeit, sondern nur die Modifikation einer Flüssigkeit ist; und daß bei dieser Ansicht der Dinge sie weder eingesogen, noch angezogen werden kann; auch könne kein Körper eine größere Kapazität für dieselbe als ein andrer haben, ausgenommen nach Verhältniß seines Volumen, welches einer größern Menge Feuer den Eintritt gestattet, um diejenige besondere Bewegung anzunehmen, welche eigentlich die Wärme ausmacht. Da Wärme offenbar durch konzentrirte Sonnenstrahlen, so wie auch durch die Konzentration der elektrischen Flüssigkeit verursacht wird, und wenn nun Feuer die Ursache der Wärme ist, (wie in den folgenden Vorlesungen bewiesen werden wird) so sind wir auch gewiß berechtiget zu schließen, daß das Licht der Sonne und Elektrizität Modifikationen oder Bestandtheile des elementarischen Feuers sind. Wenn Körper erhitzt werden, so dehnen sie sich nach jeder Richtung aus; das Feuer also, wenn es im steigenden Zustande sich befindet, wirkt gleichsam als aus einem Mittelpunkte gegen den Umkreis; ist es aber im abnehmenden Zustande, so wirkt es von dem Umkreise gegen den Mittelpunkt.

Es ist bereits durch unbezweifelte Versuche dargethan worden, daß das Feuer die Ursache der Flüssigkeit ist: wenn die ausdehnende Wirkung dieses Elements von der Oberfläche eines Körpers begränzt wird, um ihn in einem besondern Zustande zu erhalten, so nennt man es verborgenes Feuer, weil es nicht außerhalb der

Oberfläche dieses Körpers wirkt, und auf das Thermometer keinen Einfluß hat, oder sein Daseyn durch den Sinn des Gefühls nicht bemerkt werden kann. Allein geht diese ausdehnende Wirkung von den innern Theilen der Substanz zur Oberfläche über, so wirkt es alsdann auch auf das Thermometer.

Dieß ist von einigen Schriftstellern die Verwandlung des verborgenen Feuers in merkliche Wärme genennt worden; Andere hingegen nennen es eine Veränderung der Kapazität. Welche Benennung wir nun aber auch der Wirkung geben wollen, so bleibt die Ursache doch immer die nämliche: die entgegengesetzten Wirkungen der nämlichen Flüssigkeit. Die ausdehnende Wirkung wirkt in einigen Fällen der zusammenziehenden entgegen, und überwältigt sie, und umgekehrt in andern, gewinnt wieder die zusammenziehende die Oberhand über die ausdehnende.

In vielen Fällen ist die ausdehnende Kraft von Natur hinreichend stark, Flüssigkeit zu erzeugen und zu unterhalten; wo dieß indessen nicht der Fall ist, kann es meistens durch Kunst dahin gebracht werden. Ein gewisser Grad der ausdehnenden Kraft ist in allen Körpern zugegen, welches denn die spezifische Wärme des Körpers genennt worden ist.

Die Abkühlung eines Körpers scheint in einer Verminderung der ausdehnenden Wirkung auf seine Oberfläche vermöge einer entgegengesetzten Kraft oder Modifikation der Flüssigkeit von außen zu bestehen: wenn diese Kraft sehr stark ist, so nimmt man an, daß ein Theil des Feuers aus dem Körper getrieben werde.

Wenn die ausdehnende Wirkung des Feuers innerhalb irgend einer Substanz größer wird, als mit deren

Zusammenhange bestehen kann, so entweicht es, oder wird in Dunst aufgelöset. Dieß kann indessen auf solche Art geschehen, daß das Feuer zwar auf die innern Theile des getrennten Körpers wirket, aber ohne irgend etwas von seiner Kraft auf die Theile äußerer Substanzen zu verwenden. Daher bleibt auch der Dampf Dampf in einer Temperatur, die weit unter derjenigen ist, worin er ursprünglich erzeugt ward. Wenn dieses verborgene Feuer auf äußere Körper übergehet, so hört der Dampf auf Dampf zu seyn, oder er wird verdichtet; und in einigen Fällen geht er wieder in seinen ursprünglichen Zustand über, in andern hingegen erzeugt er Licht und heftige Hitze.

Eine kurze Uebersicht der Theorie des Dr. Crawford über die animalische Wärme.

In Rücksicht einer vollkommnen Uebersicht dieser wichtigen Theorie muß ich Sie auf sein Werk selbst verweisen, ein Werk, welches Ihre ernsthafteste Aufmerksamkeit verdient, nicht bloß wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes, und der Freimüthigkeit und Wahrheit der Theorie, die es enthält, sondern auch wegen der Art, auf welche er behandelt worden ist. Ich kenne kein Werk, in welchem die Regeln, die Lord Bacon vorschreibt, strenger befolgt worden wären, als in diesem. Die Grundsätze, die darin niedergelegt werden, stehen der strengsten Beurtheilung; die feinsten Versuche sind mit der möglichsten Genauigkeit angestellt, und aufs sorgfältigste beschrieben worden, und die Folgerungen fließen von selbst und sind einleuchtend. Dieses Werk wird jederzeit als eine schätzbare Bereicherung der Wissenschaft angesehen werden müssen.

Das Feuer wird, zufolge Dr. Crawford, erkannt: 1) aus den eigenen Empfindungen, die es erzeugt; wiefern es diese Empfindungen in uns erweckt, heißt es Wärme oder Hitze. Es wird erkannt 2) aus seinen Wirkungen auf ein Instrument, welches zur nähern Bestimmung und Abmessung desselben angewendet worden, und unter dem Namen des Thermometers bekannt ist; dieß nennt man die Temperatur des Feuers in den Körpern. 3) Aus Versuchen hat man gefunden, daß in Körpern von verschiedener Art die Menge des Feuers sich verändern kann, obschon die Temperatur und das Gewicht einerlei bleiben. Wenn das Feuer in Rücksicht der ganzen Menge desselben, welche in Körpern von verschiedener Art, aber von einerlei Gewicht und Temperatur enthalten ist, betrachtet wird, so kann es das spezifische Feuer genennt werden. *). Wenn also z. B., vorausgesetzt daß die Temperaturen und die Gewichte einerlei sind, die ganze Menge des Feuers im Wasser viermal so groß ist, als diejenige des Antimonium, so sagt man, das spezifische Feuer dieser Substanzen sey wie 4 zu 1.

Wärme wird vermöge der Stärke unsrer Empfindungen gemessen; Temperatur durch die Ausdehnung der Flüssigkeit in dem Thermometer; spezifisches Feuer durch die Veränderungen der Temperatur, welche gleiche Mengen von Feuer in Körpern erzeugen, welche gleiche Schwere haben.

So sagt man, zwei Körper haben einerlei Wärme, wenn sie gleich stark auf die Organe des Gefühls wirken; und einen größern oder geringern Grad von Wärme, je

*) Crawford's Exper. and Obs. on animal heat.

nachdem sie eine größere oder geringere Wirkung auf diese Organe äußern.

Körper, sagt man, haben einerlei Temperatur, wenn sie gleiche Ausdehnungen in dem Thermometer bewirken; und derselbe Körper besitzet eine größere oder geringere Temperatur, je nachdem ein größerer oder geringerer Grad der Ausdehnung vermöge des Thermometers angezeigt wird.

Im gemeinen Leben nimmt man die Empfindungen seines Körpers zum Maßstabe der Temperatur an; allein dieß ist für den Physiker keineswegs hinreichend, weil selten die Empfindungen von zwei Personen übereintreffen, ja oft nicht einmal die Empfindungen ein und derselben Person zu verschiedenen Zeiten.

Dr. Crawford hat gezeigt, daß das spezifische Feuer der Körper, welche von einerlei Gewicht und Temperatur sind, nach Verhältniß größer oder geringer ist, je größere oder geringere Veränderungen in ihren Temperaturen durch gleiche Mengen Feuer erzeugt werden. So hat man gefunden, daß die nämliche Menge Feuer, die ein Pfund Wasser einen Grad hoch hebt, ein Pfund Quecksilber 28 Grade heben werde; hieraus hat man denn gefolgert, daß das spezifische Feuer des Wassers zu demjenigen des Quecksilbers wie 28 zu 1 sey.

Da man gefunden hat, daß gleiche Gewichte heterogener Substanzen ungleiche Mengen Feuer enthalten, so müssen gewisse wesentliche Unterschiede in der Natur der Körper Statt finden, vermöge welcher einige eine größere Menge Feuer enthalten und behalten können als andre. Diese verschiedenen Vermögen Feuer zu enthalten, nennt man die Kapazitäten der Körper.

Die Temperatur, die Kapazität Feuer zu enthalten, und das enthaltene Feuer können von einander auf folgende Art unterschieden werden. Wenn wir von der Kapazität reden, so verstehen wir darunter ein dem erwärmten Körper inwohnendes Vermögen; unter Feuer aber verstehen wir die Flüssigkeit, welche in dem Körper durch dieses Vermögen zurückgehalten wird; wenn wir endlich von Temperatur sprechen, so betrachten wir das Feuer, wiefern es gewisse Wirkungen auf das Thermometer erzeuget.

Die Kapazität Feuer zu enthalten kann unverändert fortdauern, obschon die Menge des Feuers sich verändert. Wenn man von einem Pfunde Eis annimmt, daß es seine feste Form behalte, so wird die Menge des Feuers bei jeder Zunahme oder Verminderung der Wärme verändert werden; allein so lange als dessen Form oder Zustand der nämliche bleibt, wird die Kapazität desselben, es anzunehmen, durch keine Veränderung der Temperatur verändert.

Ein Körper von einer geringern Kapazität für Feuer erlangt eine größere Vermehrung seiner Temperatür durch den Zuwachs einer gegebenen Menge Feuer, als ein anderer Körper, dessen Kapazität größer ist. Daher hängt die Temperatur eines Körpers theils von der Menge des Feuers, und theils von der Beschaffenheit des Körpers, der das Feuer enthält, ab; folglich kann die Temperatur, entweder durch eine Veränderung in der Natur des Körpers selbst, oder durch eine Veränderung in der Menge seines Feuers verändert werden.

Wenn die Veränderung in der Temperatur von dem ersten dieser Umstände entspringt, so folgt, daß in demselben Körper die Temperatur sich verändern kann, obschon das Feuer einerlei bleibt.

Wenn man z. B. von einem Körper von einem gegebenen Gewichte annimmt, daß er eine Kapazität gleich 1, eine Menge Feuer gleich 10 habe, und die Temperatur von dem Punkte gänzlicher Beraubung anrechnet, gleich als ob die Kapazität doppelt gedacht würde, so wird die nämliche Menge Feuer, welche ihn vorher bis zu einer Temperatur von 10 hob, jetzt nur hinreichend seyn, ihn bis 5 zu heben.

Dr. Crawford nimmt folgende Facta als Grundsätze an, worauf sich seine merkwürdigen Versuche stützen; und ich lege sie Ihnen um so lieber vor, da sie nicht nur dasjenige bestätigen, was ich bereits über diesen Gegenstand erwähnet habe, sondern sich auch Ihrem Gedächtnisse desto tiefer eindrücken werden.

1. Das Feuer hat ein beständiges Bestreben, sich in alle Körper zu vertheilen, bis sie alle einerlei Temperatur angenommen haben.

Wenn daher zwei Körper mit einander gemischt, oder nahe an einander gesetzt werden, so geht das Feuer von dem einen in den andern über, bis sie beide einerlei Temperatur erhalten haben; und alle unbelebte Körper, wenn sie erwärmt und einem kalten Medium ausgesetzt werden, verlieren nach und nach ihre Wärme, bis sie die Temperatur des sie umgebenden Medium angenommen haben.

Mit andern Worten: Körper in Berührung, oder die sich einander mittheilen können, werden alle nach einem gewissen Zeitraume einerlei Temperatur erlangen, so verschieden auch ihre respektiven ursprünglichen Temperaturen gewesen seyn mögen. Zwei Körper, welche, wenn sie mit einander in Berührung stehen, weder Wärme

annehmen noch mittheilen, sind von einerlei Temperatur. Alle Körper also, welche durch unmittelbare oder successive Berührung mit einander in Verbindung stehen, müssen einerlei Temperatur haben, oder das Feuer wird sich unter sie vertheilen, bis sie eine gemeinschaftliche Temperatur erreicht haben.

Die verschiedenen Klassen der Körper durch die ganze Natur würden folglich, wenn nicht äußere Ursachen darauf wirkten, endlich eine gemeinschaftliche Temperatur erreichen, und das Feuer würde ruhen, so wie das Wasser des Oceans, wenn solches nicht von Winden und durch den Einfluß der Sonne und des Mondes gehindert würde, in ein Gleichgewicht kommen, und in einen Zustand der Ruhe versetzt werden würde. Allein es finden sich immerfort Ursachen in der Natur, die das Gleichgewichte der Wärme stören, so wie das des Oceans, dessen Wasser immerfort in einer unaufhörlichen Bewegung erhalten werden.

2. Feuer ist in allen Körpern in beträchtlicher Menge enthalten, wenn sie die gemeinschaftliche Temperatur der Atmosphäre besitzen.

Dr. Pallas erzählt, daß in den Steppen von Sibirien während eines sehr heftigen Frostes, das Quecksilber in den Thermometern, die der Atmosphäre ausgesetzt wurden, gefroren, und daß eine Menge dieser Flüssigkeit in einem offnen, der freien Luft ausgesetzten Gefäße, zur nämlichen Zeit ein fester Körper geworden wäre. Nun ist durch die Versuche, die zu Hudson's Bay angestellt worden sind, bewiesen, daß der Gefrierpunkt des Quecksilbers nahe um 40 Grad unter 0 nach Fahrenheitscher Skale fällt: es muß also bis zu diesem Grade die Atmosphäre in Sibirien erkältet worden seyn. Aus einer Abhandlung, die in der königlichen Societät vorgelesen

worden, ersehen wir, daß im Winter des Jahres 1785 ein Weingeistthermometer in freier Luft zu Hudson's Bay bis 42 Grad unter 0 gefallen sey; und eben aus der nämlichen Abhandlung sieht man zugleich, daß mittelst einer Mischung von Schnee und Vitriolsäure die Wärme so sehr vermindert worden ist, daß das Weingeistthermometer bis 80 unter 0 gefallen, d. i. 112 Grad unter dem Gefrierpunkt des Wassers. Hieraus ist deutlich, daß eine beträchtliche Menge Feuer in allen Körpern wirkt, wenn sie die gemeine Temperatur haben.

3. Wenn die Theile der nämlichen homogenen Substanz eine gemeinschaftliche Temperatur haben, so wird die Menge des Feuers dem Volumen oder der Menge der Materie verhältnißmäßig seyn.

Das ist, ein Pfund Gold enthält eine gleiche Menge Feuer wie ein andres Pfund Gold bei gleicher Temperatur, und ein Pfund Wasser eine gleiche Menge wie ein andres Pfund Wasser; und die Menge des Feuers in zwei Pfunden Wasser ist doppelt diejenige, welche in einem Pfunde enthalten ist, wenn die Temperatur gleich ist.

4. Die Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Flüssigkeit in dem Quecksilberthermometer sind beinahe den Mengen des Feuers verhältnißmäßig, welche den nämlichen homogenen Körpern mitgetheilt, oder ihnen entzogen werden, so lange als sie in diesem Zustande bleiben.

So ist die Menge des Feuers, welche erforderlich ist, um einen Körper vier Grad in der Temperatur nach dem Quecksilberthermometer zu heben, beinahe doppelt diejenige, welche erforderlich ist, um ihn zwei Grade zu

heben, und das Vierfache derjenigen, die ihn einen Grad hebt, und so fort nach Verhältniß.

5. Die Kapazitäten der Körper Feuer zu enthalten, sind beinahe bleibend, so lange als sie dieselbe Form behalten.

Die Kapazität eines Körpers für Feuer, sagt man, sey bleibend, wenn die nämliche Menge Feuer, welche ihn, nach einem übereinstimmenden Thermometer bei einer gegebenen Temperatur gemessen, um ein oder zwei Grade hebt, ihn auf eine gleiche Anzahl von Graden bei allen übrigen Temperaturen heben wird. Hingegen sagt man, die Kapazität werde durch eine Veränderung der Temperatur vermehrt oder vermindert, wenn zufolge einer solchen Veränderung eine größere oder geringere Menge Feuer angewendet werden muß, um eine gleiche Wirkung auf das Thermometer zu erzeugen.

Ich habe Ihnen bereits gezeigt, daß das Quecksilberthermometer beinahe ein genaues Maß der Wärme sey, und daß wenn gleiche Theile von warmen und kalten Wasser mit einander unter verschiedenen Temperaturen gemischt werden, das Quecksilberthermometer ziemlich genau das arithmetische Mittel gebe; daß also dem zufolge die Kapazität des Wassers in allen zwischenliegenden Temperaturen zwischen dem Gefrierpunkte und dem Punkte des kochenden Wassers bleibend sey. Denn wenn bei vermehrter Wärme die Kapazität des Wassers vergrößert wurde, so würde ein übereinstimmendes Thermometer mehr, und wurde die Wärme vermindert, weniger als das arithmetische Mittel angeben.

Wenn zwei gleiche und ähnliche Körper, die in Rücksicht der Temperatur verschieden sind, an einander gebracht werden, so werden sie, so wie sie sich einander mit-

theilen, eine gemeinschaftliche Temperatur erlangen, und ihre Feuer-Mengen werden auf diese Art gleich gemacht werden: d. i. der wärmere der beiden Körper wird den halben Ueberschuß dem kältern mittheilen; die Menge des Feuers in jedem dieser zwei gleichen Körper wird also ein arithmetisches Mittel zwischen den zwei ursprünglich von jedem derselben besessenen Mengen seyn; oder mit andern Worten, die gemeinschaftliche Temperatur wird die des kältern Körpers genau um soviel übertreffen, als sie derjenigen des wärmern Körpers nachsteht.

Wären die zwei Körper ungleich gewesen, so würden sie ebenfalls eine gemeinschaftliche Temperatur durch Mittheilung erhalten haben, nur daß der Ueberschuß des Feuers nicht gleich unter sie würde getheilt worden seyn. Denn die Menge des Feuers in solchen Körpern steht in Verhältniß mit der Menge ihrer Materie; und der Ueberschuß der Wärme in dem heißern Körper wird unter sie nach Verhältniß ihrer Gewichte getheilt.

Hieraus läßt sich schließen, daß die Menge des Feuers, die zu Körpern von einerlei Art gesetzt, oder davon genommen werden muß, um gleiche Veränderungen der Temperatur zu erzeugen, im Verhältnisse zu ihrer Menge an Materie stehen werde.

6. **Ungleiche Mengen von Feuer werden erfordert, um gleiche Veränderungen der Temperatur bei gleichen Gewichten heterogener Körper zu bewirken.**

Wenn daher die Temperatur von einem Pfunde Quecksilber einen Grad gehoben wird, und diejenige eines Pfundes Wasser gleichfalls einen Grad, so wird man finden, daß ungleiche Mengen Feuer dem Quecksilber und dem Wasser mitgetheilt worden sind.

Wenn eine Pinte Quecksilber von 100°, mit einer gleichen Menge Wasser von 50° vermischt wird, so wird die in dem Quecksilber bewirkte Veränderung zu derjenigen, die in dem Wasser sich ereignet hat, seyn wie 3 zu 2. Hieraus läßt sich denn schließen, daß das Feuer in einer Pinte Quecksilber zu demjenigen in einer Pinte Wasser sey wie 2 zu 3; oder daß das spezifische Feuer in diesen Körpern gegenseitig den Veränderungen der in ihnen hervorgebrachten Wärme verhältnißmäßig sey, wenn sie mit einander unter verschiedenen Temperaturen gemischt werden.

Um dieß völlig zu erläutern, wollen wir vier Pfund des schweistreibenden Antimonium von 20° mit einem Pfunde Eis von 32° vermischen, wo denn die Temperatur der Mischung beinahe 26° seyn wird. Das Eis wird nämlich um sechs Grad erkältet, und das Antimonium um sechs Grad erwärmt werden. Man kehre den Versuch um, und die Wirkung wird die nämliche seyn. Man nehme sechs Grad Wärme von vier Pfund Antimonium, und setze sie zu einem Pfunde Eis, so wird das letztere um sechs Grad erwärmt werden. Die nämliche Menge von Feuer, welche ein Pfund Eis um sechs Grad erhöhet, wird auch vier Pfund Antimonium auf sechs Grad heben.

Wenn dieser Versuch unter verschiedenen Temperaturen angestellt wird, so werden Sie das nämliche Resultat erhalten: da nun die Kraft (Kapazität), wodurch Körper Feuer annehmen oder zurückhalten, die nämliche bleibt, so lange sie dieselbe Form behalten, indem sie durch eine Veränderung der Temperatur nicht verändert werden, so folgt, daß die nämliche Menge Feuer, welche das Eis bis 200, oder bis zu irgend einer gegebenen Anzahl Grade, hebt, das Antimonium um eine gleiche Anzahl

von Graden heben würde. Ein Pfund Eis also, und vier Pfund Antimonium, wenn sie von einerlei Temperatur sind, enthalten eine gleiche Menge von Feuer. Allein vier Pfund Antimonium enthalten viermal soviel Feuer als ein Pfund: die Menge des Feuers in einem Pfunde Eis ist also zu derjenigen in einem Pfunde Antimonium wie 4 zu 1.

Damit Sie diesen Gegenstand desto besser einsehen, will ich mich künftig mehr Dr. Crawford's eigener Worte bedienen. D. Black fand, daß wenn man Körper von verschiedenen Temperaturen unter einander mischte, man im Stande wäre, die komparativen Mengen des Feuers oder ihre Kapazitäten für dieses Element zu schätzen.

Wenn also ein warmer und ein kalter Körper mit einander gemischt werden, so wird, wenn ihre Kapazitäten für Wärme gleich sind, die Verminderung in der Temperatur des erstern, und die Vermehrung derjenigen des letztern, der halbe Unterschied der jedem eignen Wärme seyn, oder ein Thermometer, welches in diese Mischung eingetaucht wird, wird das arithmetische Mittel angeben. Allein sind ihre Kapazitäten für Wärme ungleich, so wird die gemeinschaftliche Temperatur der Mischung keinesweges das arithmetische Mittel, sondern sie wird der ursprünglichen Wärme des Körpers, welcher die größere Kapazität hat, näher seyn, als derjenigen des andern. Wenn z. B. ein Pfund Quecksilber von 79° mit einem Pfund Wasser von 50° gemischt wird, so wird die Temperatur der Mischung 51° seyn; oder das Quecksilber wird um 28 Grad abgekühlet, und das Wasser bloß um einen Grad erwärmt werden. Hieraus folgert Dr. Black, daß das Wasser eine größere Kapazität für Wärme hat, als Quecksilber.

Nachdem nun solchergestalt ein Maß zu Bestimmung der komparativen Quantitäten der Wärme in den Körpern ausgemittelt worden war, so fand man durch eine Reihe von Versuchen, welche Dr. Black und Dr. Irvine mit metallischen und salzigen Körpern anstellten, 1) daß das Element des Feuers in verschiedenen Verhältnissen durch diese Substanzen vertheilt sey, oder mit andern Worten, daß sie bei gleichen Gewichten ungleiche Mengen Elementarfeuer enthalten. 2) Es ergab sich ferner, daß wenn Körper eine Veränderung in ihrer Form erleiden, ihre Kapazitäten für Wärme oder Elementarfeuer größtentheils plötzlich vermehrt oder vermindert werden. Werden ihre Kapazitäten vermindert, so lassen sie einen Theil ihres Elementarfeuers fahren; und werden ihre Kapazitäten vermehrt, so saugen sie einen gleichen Theil Feuer von den umgebenden Körpern wieder ein. Dr. Black hat insbesondere gezeigt, daß wenn feste Körper durch die Wirkung der Wärme in Flüssigkeiten oder in Dampf verwandelt werden, sie eine Menge Elementarfeuer verschlukken, welches zu ihrem Daseyn als Flüssigkeit oder Dampf erforderlich ist; und daß im Gegentheil, wenn Dünste verdichtet werden, oder nicht-elastische Flüssigkeiten gefrieren, sie diejenige Wärme fahren lassen, die sie vorher eingesogen hatten.

Zufolge dieser Entdeckungen und nach reiflicher Ueberlegung hielt es Dr. Crawford für wahrscheinlich, daß er durch Messung der komparativen Mengen des Feuers in festen und flüssigen Theilen der Thiere, sowohl als in den Substanzen, die zu ihrer Nahrung dienen, die Quelle der animalischen Wärme auffinden würde.

Das Resultat seiner Untersuchung führte nicht bloß zu der Ursache dieser Erscheinung, sondern auch zu derjenigen der Wärme, welche durch die Entzündung verbrennlicher Körper erzeugt wird.

Der Beweis, worauf seine Lehre in Rücksicht der Ursache der animalischen Wärme und der Verbrennung beruht, ist in folgenden Sätzen enthalten.

1. Die Menge Feuer, welche in reiner Luft enthalten ist, wird durch die Veränderung vermindert, welche sie in den Lungen der Thiere erleidet; und die Menge Feuer in irgend einer Luftgattung, die zum Athemholen geschickt ist, verhält sich fast wie ihre Kraft, das animalische Leben zu unterhalten.

2. Das Blut, welches von den Lungen zu dem Herzen durch die Lungen-Blutader geht, enthält mehr absolute Wärme (Feuer), als dasjenige, welches von dem Herzen zu den Lungen durch die Lungen-Pulsader geht.

3. Die komparativen Mengen Feuer in Körpern, angenommen daß sie Phlogiston enthalten, werden durch die Veränderungen vermehrt, welche sie beim Kalziniren oder Verbrennen erleiden.

4. Wenn ein Thier in ein warmes Medium gesetzt wird, so nähert sich die Farbe des Venenbluts mehr derjenigen des Arterienbluts, als wenn es sich in einem kalten Medium befindet; die Menge der respirablen Luft, welche es während einem bestimmten Zeitraume in dem erstern Beispiele phlogistisirt, ist geringer als diejenige, welche es in dem nämlichen Zeitraum im letztern phlogistisirt; und die Menge der erzeugten Wärme, wenn ein gegebener Antheil reiner Luft durch das Athemholen eines Thiers verändert wird, ist beinahe derjenigen gleich, welche hervorgebracht wird, wenn die nämliche Menge Luft durch das Verbrennen von Wachs oder Holzkohle verändert wird.

Aus diesen durch unmittelbare Versuche als wahr bestätigten Sätzen leitet Dr. Crawford folgende Erklä-

rung der Ursache der animalischen Wärme und der Verbrennung ab.

Der reinere Theil der atmosphärischen Luft, welche in die Lungen der Thiere beim Athemholen tritt, wird durch seine Vereinigung mit dem brennbaren Grundstoffe des Bluts in fixe Luft und in wäßrigen Dunst verwandelt. Aus Versuchen weiß man aber, daß die Menge des elementarischen Feuers, welches in der reinen Luft enthalten ist, zu derjenigen, welche sich in fixer Luft, und in wäßrigem Dampfe befindet, beinahe wie 3 zu 1 ist.

Es folgt also hieraus, daß bei dem Processe des Athemholens die reine Luft einen beträchtlichen Theil ihres elementarischen Feuers hergeben muß. Aus dem zweiten Satz sieht man ferner, daß bei dem Durchgange des Bluts durch die Lungen die Menge seines Elementarfeuers vermehrt worden ist, und daß folglich während dem Athemholen ein Theil dieses Elements von dem Blute eingesogen seyn müsse. Die Wahrheit dieser Folgerung wird ferner durch die Resultate der Versuche bestätiget, welche zum Beweise des dritten und vierten Satzes angeführet worden sind.

Denn aus dem dritten Satze erhellet, daß wenn Körper mit dem brennbaren Grundstoffe vereiniget werden, sie einen Theil ihres Elementarfeuers fahren lassen, und daß wenn dieser Grundstoff wieder frei wird, sie wieder einen gleichen Theil Feuer von den umgebenden Körpern einsaugen. Ferner sieht man zufolge der Versuche des Dr. Priestley, daß während dem Athemholen der brennbare Grundstoff von dem Blute getrennt, und mit der Luft verbunden wird. Es folgt daher, daß die Menge des Elementarfeuers im erstern vermehrt, und im letztern vermindert werden müsse. Diese Folgerung erhält durch den vierten Satz noch weitere Bestätigung, woraus sich

ergiebt, daß die Menge des entbundnen brennbaren Grundstoffes und des eingesogenen Elementarfeuers während dem Athemholen größer oder geringer ist, nach Verhältniß als das Thier sich in einem kältern oder wärmern Medium befindet. Die Erklärung der Ursache des Verbrennens ist folgende.

Durch Versuche weiß man, daß der reinere Theil der atmosphärischen Luft viel Elementarfeuer enthält, daß wenn er in fixe Luft und wäßrigen Dunst verwandelt wird, der größere Theil dieses Feuers entwickelt werde, und daß die Kapazitäten der Körper für Wärme durch die Veränderungen, die sie während dem Verbrennen erleiden, vergrößert werden.

Hieraus folgert man, daß die Hitze, welche beim Verbrennen erfolgt, von der Luft, keineswegs aber von dem brennbaren Körper herkomme, denn brennbare Körper enthalten wenig Elementarfeuer. Die atmosphärische Luft hingegen hat an diesem Grundstoffe einen Ueberfluß. Bei dem Prozesse der Verbrennung wird die reine Luft größtentheils in fixe Luft und in wäßrigen Dunst verwandelt, und verliert zu gleicher Zeit einen großen Theil ihres Feuers, welches, so wie es sich entwickelt, plötzlich in Flamme ausbricht, und einen großen Grad merklicher Hitze erzeugt. Von dem verbrennlichen Körper hingegen kann kein Theil der Wärme hergeleitet werden, denn der verbrennliche Körper erleidet während der Entzündung eine Veränderung, die derjenigen ähnlich ist, welche in dem Blute während des Athemholens erzeugt wird, wodurch folglich die Kapazität desselben für Wärme vergrößert wird; er wird daher keinen Theil seiner Wärme fahren lassen, sondern wird, so wie das Blut in seinem Durchgange durch die Lungen, die Wärme einsaugen. Hieraus nun schließt Dr. Crawford, daß die merkliche Wärme,

welche beim Verbrennen empfunden wird, von der Trennung des Feuers von dem reinern Theile der atmosphärischen Luft abhängt. Wenn die Menge Luft, welche während dem Verbrennen innerhalb einem gegebenen Zeitraume verändert wird, sehr groß ist, so wird die Veränderung von Licht, von einer lebhaften Flamme und von einer starken Hitze begleitet; allein geschieht die Verwandlung der Luft langsam und nach und nach, so geht die Wärme unvermerkt in die naheliegenden Körper über.

Es ist wohl kaum nöthig, hier zu erwähnen, daß des Dr. Crawford wohl überdachte Theorie in manchen Rücksichten von demjenigen abweicht, was bereits in diesen Vorlesungen gesagt worden ist; ich überlasse es Ihnen, zu entscheiden, was den natürlichen Erscheinungen am meisten entspricht. Bei dieser Entscheidung werden Ihnen die Thatsachen und die Bemerkungen behülflich seyn können, welche in den folgenden Vorlesungen näher aus einander gesetzt werden sollen. Ich will daher diese Vorlesung noch mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Lehre von den Kapazitäten für Feuer schließen.

Von den Mengen des Feuers, die Körper zu geben und anzunehmen fähig sind, kann keine gehörige Schätzung unternommen werden, das Feuer müßte denn nie auf irgend eine andre Art als durch Vergrößerung des Volumen wirken. Dieß ist indessen keineswegs der Fall; denn das Feuer scheint andern Wirkungen der Körper außer derjenigen der Gravitation zu widerstehen. So lange daher nicht anzunehmen ist, daß bei den verschiedenen Zusammensetzungen, welche selbst bei den gleichartigsten Substanzen Statt finden, die verschiedenen Arten von Materie in gleichem Verhältniß und auf dieselbe Art zusammengesetzt sind, kann auch keine allgemein gültige Regel in Rücksicht der Menge der Wärme begründet werden,

welche Körper von verschiedenen Substanzen geben oder nehmen, wenn das Gleichgewicht der Wärme unter ihnen und den umgebenden Körpern verändert worden ist.

Das Gewicht der Körper ist ferner nicht derjenige Gegenstand, welcher in der Theorie der Kapazitäten eigentlich untersucht werden sollte, sondern es ist vielmehr ihr Volumen oder der Raum, den sie einnehmen, auf den man hauptsächlich Rücksicht zu nehmen hat; denn auch der leere Raum, welcher ohne Schwere ist, enthält Feuer. Auch hat man keineswegs auf die verschiedenen Grade der unter den Theilen der Substanzen obwaltenden Tendenz in dieser Theorie Rücksicht zu nehmen, denn in einem leeren Raume befindet sich keine sichtbare Substanz, die der Ausdehnung des Feuers widerstünde, und gleichwohl wird es eben so sehr zusammengedrückt, oder zeigt den nämlichen Grad von Ausdehnbarkeit, als bei andern Substanzen von gleicher Temperatur. Hieraus wird es also sehr wahrscheinlich, daß die Erscheinungen der Kapazitäten von der ausdehnenden Kraft des Feuers verursacht werden.

Obschon die Torricellische Leere keine merkbare Substanz zu enthalten scheint, so würde doch ein Thermometer, welches man in derselben einschlösse, sich ganz und vollkommen nach der äußern Temperatur richten, gleich als ob es sich in der Luft, oder im Wasser, oder in irgend einer andern Substanz befände. Wenn also sein ausdehnendes Vermögen sich in diesem Raume nicht vermehrt, wo es die einzige bekannte Substanz ist, so sollte es hier in größerer Menge vorhanden seyn, als in irgend einem andern Raume, welchen zum Theile die Partikelchen einer andern Substanz ausfüllen. Allein es ist wahrscheinlich, daß unter gleichen Räumen er derjenige ist, welcher das wenigste Feuer enthält. Zweifelte Jemand an

dieser Voraussetzung, so mag er sie nach der gegenwärtigen Theorie von den Kapazitäten durch Versuche prüfen; allein vor allen Dingen muß er uns sagen, welches Gewicht er dem leeren Raume beilegen werde? *)

Die Kapazität der Körper in Rücksicht der Wärme setzt zweierlei voraus, 1) daß es eine Menge von fortleitenden, mittheilbaren Feuer giebt, welches unter die Körper vertheilt werden kann, und 2) daß ein Gleichgewicht der Wärme unter ihnen entsteht, wenn jeder für seinen Theil die betreffende Menge entweder aus sich gelassen, oder in sich aufgenommen hat. Diese übertragbare Substanz kann das wandernde (diffusible) Feuer genannt werden, um es von dem wesentlichen Feuer der Körper zu unterscheiden, welches sich nicht unmittelbar fortpflanzt.

In dem wesentlichen Feuer der Körper können zwei Arten unterschieden werden, je nachdem die Körper entweder fest (konkret), oder flüssig sind. Allein jeder natürliche Körper muß einen gewissen Grad von wesentlichem Feuer besitzen, ohne welches die Ausdehnung des Körpers durch die verdichtenden Kräfte aufgehoben werden würde. Das wesentliche Feuer des Volumen, oder die Kraft der Ausdehnung wirkt also nothwendigerweise einem gewissen Theile der schwermachenden oder verdichtenden Kraft entgegen.

Ausdehnung oder Volumen ist eine den natürlichen Körpern wesentliche Eigenschaft, und das Feuer, welches als Ausdehnungs-Wärme wirkt, ist ein wesentlicher Grundstoff. Es giebt daher in Körpern einen konstitutionellen Grad von Wärme, welcher keineswegs davon

---

*) de Luc Lettres im Journ. de Physic.

getrennt werden kann, und es ist bloß die überflüssige Wärme, welche andern Körpern zufolge ihren Kapazitäten für Wärme mitgetheilt wird.

Allein da das Volumen bei Körpern eine veränderliche Eigenschaft ist, so kann eine gewisse Menge von Feuer, welche in einem Grade der Ausdehnung als wesentlich für dieses besondere Volumen angesehen werden muß, in einem andern Grade, oder bei einem verschiedenen Volumen, überflüssig und wandernd werden.

Körper sind aus zwei verschiedenen Arten von Materie zusammengesetzt, und erscheinen unter dreierlei verschiedenen Modifikationen ihrer zusammengesetzten Substanz. Diese drei Zustände oder Modifikationen sind veränderlich nach Maßgabe der veränderten Verhältnisse und Umstände der Materie oder des wesentlichen Grundstoffs. Härte kann als der erste dieser Zustände angesehen werden, und in diesem hat die Kraft der Concretion oder Härte sowohl als der Gravitation die Oberhand. Der zweite Zustand ist Weichheit oder Flüssigkeit, in welchem nichts als die Kraft der Gravitation bemerkt wird, und wo der Kraft der Vereinigung zu einer festen Masse eine gewisse Menge von Feuer, welche unter dem Namen verborgenes Feuer bekannt ist, das Gleichgewicht hält. Drittens, der Zustand der elastischen Flüssigkeit, wo nicht nur der Kraft der Concretion durch eine gewisse Menge Feuer das Gleichgewicht gehalten wird, sondern auch der Kraft der Gravitation, welche beständig dahin strebt, das Volumen des Körpers zu vermindern, wirkt eine andere Menge Feuer entgegen, welche der Substanz dieses Körpers Elastizität und Ausdehnung mittheilt.

Die Mittheilung oder Fortpflanzung des Feuers ist eine Wirkung und Folge dieser Materie, und ganz ver-

schieden von denjenigen, welche entstehen, wenn in einem Körper der Gravitation und Vereinigung der Materie in eine feste Masse entgegen gewirkt wird.

Die Vertheilung oder Fortpflanzung des Feuers ist eine ganz eigene Wirkung davon, und findet gleich jeder andern Erscheinung bloß Statt, wenn die hierzu erforderlichen Bedingungen eintreten. Nur vermittelst der Kenntniß dieser Bedingungen sehen wir diese Operation in den Körpern ein, so wie wir aus dem veränderten Volumen, und dem verschiednen Zustande der Körper in Rücksicht der Härte und Flüssigkeit, ingleichen auch aus unsern Empfindungen schließen können, daß eine solche Vertheilung des Feuers von einem Körper auf einen andern Statt gefunden habe.

Um dieses Element in seinen verschiedenen Modifikationen zu verfolgen, muß man die Handlung des Feuers, wenn es der Wirkung der Gravitation und der Härte entgegenwirkt und ihr das Gleichgewicht hält, von derjenigen Handlung gehörig unterscheiden, wodurch es von einem Körper in den andern übergehet, oder wodurch es ohne Veränderung des Körpers die Rolle, einer Kraft entgegen zu wirken und ihr das Gleichgewicht zu halten, aufgiebt, um einer andern zu widerstehen. Diese Wahlhandlung des Feuers setzt nothwendigerweise Bedingungen voraus, ohne welche die Materie niemals wirkt. Unsre Kenntniß von der Beschaffenheit materieller Dinge ist indessen noch viel zu unvollkommen, als daß wir die Bedingungen einzeln aufzählen könnten, unter welchen der Uebergang des Feuers aus einem Körper in den andern bewirkt und modificirt wird.

Ob wir nun aber schon die Bedingungen dieser Handlungen nicht einsehen können, so ist ihnen doch schon

so weit nachgeforscht und so viel entdeckt worden, um die Weisheit der Gesetze dieser Handlungen, wodurch jene Bedingungen gewissen Endzwecken unterwürfig gemacht werden, zu erkennen. Die mannichfaltigen nothwendigen Verrichtungen, um Härte, Weiche, Flüssigkeit u. s. f. in allen ihren verschiednen Graden zu erzeugen, werden durch unendlich vervielfachte, zusammengesetzte und einander entgegen wirkende Kräfte vollzogen, und doch sieht man nicht die geringste Verwirrung oder Unordnung in dem Erfolge.

Am Schlusse dieser Vorlesungen über das Feuer, worin ich Ihnen eine allgemeine Uebersicht seiner Wirkungsart und der dadurch hervorgebrachten Erscheinungen gegeben habe, erlauben Sie mir noch einige Wiederholungen. Sie haben gesehen, daß es die wunderbarsten Veränderungen in Körpern bewirkt, welche nebst verschiedenen andern Wirkungen desselben hinlänglich bekannt sind, indeß seine eigne Natur noch unter die verschleierten Mysterien gehört. Es offenbaret sich unter verschiedenen Formen und unter verschiedenen scheinbar entgegengesetzten Wirkungen; es wohnt in dem dichtesten Eise, es ruht in dem schwärzesten Feuersteine, und verbreitet gleichwohl eine ungeheure Menge von Licht durch das ganze Planetensystem. Seine Operationen lassen sich keiner Regel unterwerfen: denn es wirkt je nach dem Orte, wo es sich bewegt, und nach dem Gegenstande, worin es sich befindet. In dieser sublunarischen Welt nimmt es mehrere Gestalten an als selbst Proteus. Es leuchtet im Blitze, und schimmert als eine düstere Lampe im Johanniswürmchen; es wärmt uns bei dem Verbrennen unsrer Feuerungsmittel; es zerstört und erhält das Leben, und ist die Wurzel alles Lebens. Ohne dasselbe würden weder Pflanzen noch Thiere leben, sich vermehren und wachsen. Mit einem

Worte, es kann unter der Regierung des Allmächtigen als die Seele der Welt, und das Leben der Schöpfung angesehen werden.

Die Strahlen der Sonne oder die Wärme eines künstlichen Feuers, welches gleichgültig ist, sind zum Wachsthume der Pflanzen so unbedingt erforderlich, daß die Jahreszeit, in welcher sie den Saft in sich aufnehmen, ihre Größe und ihre Eigenschaften ganz von dem Einfluß der Sonnenstrahlen abhängen. Die Pflanzen, welche am niedrigsten sind, erscheinen im Frühjahre zuerst; auf diese folgen andre von mehrerer Größe, bis endlich die niedrigen Sträucher und Bäume in ihrer Ordnung folgen. Wenn die Sonne im Sommer ihre größte Höhe erreicht hat, so steht die ganze vegetabilische Schöpfung in ihrem höchsten Glanze und in ihrer vollen Schönheit. So wie sich aber die Sonne wieder senkt, ermattet auch alle vegetabilische Bewegung, und die Ordnung, nach welcher sie Blätter, Blumen und Früchte trieben, ist bei ihrem Absterben umgekehrt; die größten Bäume sind insgemein die ersten, welche ihre Blätter verlieren, denen dann in der Ordnung die niedern folgen, bis zum kleinsten Gesträuche, die Immergrünenden etwa ausgenommen. In diesem Zustande bleiben sie nun, bis die Sonne bei ihrer Zurückkehr wieder neues Leben und Saft in ihre Adern gießt. Der grossen Wirksamkeit des Feuers müssen wir die Veränderungen allein zuschreiben, deren die Körper der Pflanzen und Thiere fähig sind. Die Bewegung des Safts, das gelinde Gähren, welches die Frucht reift, die Zusammensetzung animalischer Flüssigkeiten, ihre Zersetzung, die nach und nach erfolgenden Veränderungen bis zur Fäulniß sind in dieser und in unendlich andern Erscheinungen dem Feuer allein zuzuschreiben, welches hier gewissermaßen den alles regierenden Grundstoff macht. Luft,

Licht und Feuer, eins oder das andre von diesen, ist noch bei allen Erscheinungen, welche von Physikern beobachtet wurden, wirksam gefunden worden: sie sind also offenbar die untergeordneten Kräfte in der Haushaltung der materiellen Welt.

Zehnte Vorlesung.

Von der Natur und den Eigenschaften elastischer Flüssigkeiten.

Seitdem die Naturphilosophie sich in die Gegenden unsichtbarer luftförmiger Substanzen aufgeschwungen, ihr Wesen erforscht und die wesentlichen Bestandtheile derselben untersucht hat, sind viele verborgene Adern zur Bereicherung der Wissenschaft eröffnet worden, und glänzende Hoffnungen versprechen dem künftigen Bearbeiter reichlich zu lohnen. Hier werden Sie sehen, wie die Kunst aus bloßer Kreide in großer Menge eine elastische Flüssigkeit entwickeln kann, die dem Menschen sowohl zum Gifte, als zum Genesungsmittel werden kann, je nachdem sie angewendet wird; und obschon unsichtbar, löset sie doch Erden und Metalle auf, und theilt Geist und Kraft den mineralischen Wässern mit. Sie werden hier die Lebensluft, von der ich Ihnen schon so vieles gesagt habe, noch in vielen andern Rücksichten kennen lernen. Sie haben bereits gesehen, wie erforderlich sie zum Verbrennen ist; jetzt will ich Ihnen auch zeigen, daß das animalische Leben sie schlechterdings bedarf, und Sie mit den Hülfsmitteln der Natur bekannt machen, unsre Atmosphäre von den schädlichen Theilen zu reinigen, und dagegen mit dieser heilsamen und belebenden Flüssigkeit zu erfüllen. Der Gegenstand dieser Vorlesung steht daher in sehr genauer Verbindung mit den vorhergehenden.

Alle luftförmige Flüssigkeiten verdanken ihre Elastizität und ihren luftähnlichen Zustand dem Feuer, so daß ich Sie hier bloß in eine andre Provinz des von diesem Elemente beherrschten Reiches führe.

Van Helmont war bereits mit den brennbaren Eigenschaften einiger Dünste bekannt, und wußte, daß verschiedene derselben eine Flamme auslöschten, und Thiere tödeten, allein davon hatte er noch keinen Begriff, daß diese Substanzen einzeln in Form eines bleibenden elastischen Dampfes dargestellt werden könnten, der von der Kälte keinesweges verdichtet würde.

Boyle hatte kaum bemerkt, welchen großen Einfluß die Luft bei den meisten Erscheinungen der Natur habe, und wie nöthig sie zum Daseyn der Thiere sey, als er damit umging, ob nicht eine so äußerst wichtige Flüssigkeit durch Kunst erhalten werden könne; auch glaubte er, daß eine solche Luft bei dem Untertauchen und beim Schiffen unter Wasser *) von großem Nutzen seyn dürfte. In dieser Hinsicht sann dieser große Naturforscher auf Anstellung verschiedener ganz neuer Versuche, und erhielt auch von verschiedenen Körpern bei verschiedenen Behandlungen wirklich eine luftähnliche Flüssigkeit, **) die dadurch, daß sie von einer ausdauernden elastischen Beschaffenheit war, seiner damaligen Vorstellung nach, alle Erfordernisse der Luft zu haben schien. Er fand indessen bald, daß diese neuen Produkte von der gewöhnlichen

---

*) Cornelius Drebbel machte den Versuch, ein Schiff zu bauen, um damit unter Wasser zu fahren.

**) Von reifen Früchten, gährenden und aufbrausenden Flüssigkeiten, und durch die Fäulniß vegetabilischer und thierischer Substanzen.

Luft darin sehr verschieden wären, daß sie sogleich eine Flamme auslöschten, und diejenigen Thiere starben, welche darin Athem holten.

Diese Versuche wurden nachher von Dr. Hales, einem seines Herzens und seiner Kenntnisse wegen allgemein geschätzten Physiker, nochmals wiederholt. Er bestätigte hierdurch Boyle's Entdeckungen, und erweiterte sie noch besonders, indem er nicht nur zeigte, daß Luft einen Bestandtheil der meisten Körper ausmacht, sondern auch das Verhältniß bestimmte, in welchem sie zu den übrigen steht. Auch untersuchte Dr. Hales die mineralischen Wässer, und fand, daß sie sehr viel Luft enthielten. Diesem Umstande schrieb er ihren Geist und ihre Kraft zu, allein er argwohnte nicht, daß die Luft, die er hervorgebracht hatte, keine gemeine Luft, sondern von der nämlichen Art war, als Boyle aus gährenden und aufbrausenden Flüssigkeiten erhalten hatte. Man muß gestehen, daß es schwer einzusehen war, daß diese Wasser ihre vorzüglichsten Tugenden und ihre Heilkräfte einem Wesen verdanken sollten, welches unter andern Umständen das Leben vernichtet. Seine Versuche hierüber sind so zahlreich und so mannigfaltig, daß sie gewissermaßen als der Grund aller unsrer Kenntniß in Rücksicht dieses Gegenstandes angesehen werden können.

Dr. Brownrigg scheint der erste gewesen zu seyn, welcher dieses Geheimniß enthüllet hat, indem er zeigte, daß die Wässer von Pyrmont, Spa u. s. f. ihre stechende Eigenschaft, und denjenigen volatilischen Grundstoff, worauf besonders ihre Kräfte beruhen, einer elastischen luftförmigen Flüssigkeit zu verdanken haben.

Die größte Vervollkommnung in diesem Theile der Pnevmatik scheint von Dr. Black, Professor der Chemie in Edinburg, und von Herrn Cavendish, Mitglied

der königlichen Societät herzurühren. Black's Entdeckungen zogen sehr bald die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich, und von seinen Schülern, die die Grundsätze ihres großen Lehrers mit einem ihnen eignen Feuereifer predigten, durch ganz Europa verbreitet. Black erklärte zuerst die Ursache der Kaustizität der Alkalien und des lebendigen Kalks; er zeigte die Wirkung, wenn man diesen Körpern fixe Luft mittheilt, und wenn man sie ihnen raubt; er bewies ferner, daß es die Gegenwart der fixen Luft in diesen Substanzen sey, welche sie milde mache, und daß, wenn sie deren beraubt würden, sie sich in dem Zustande befänden, den man kaustisch genennt habe, weil sie animalische und vegetabilische Substanzen zerfressen und verbrennen. Durch diese und verschiedne andre Entdeckungen erklärte er auf eine sehr einfache und einleuchtende Art verschiedene chemische Erscheinungen, über die man vorher keine Auskunft hatte geben können.

Herr Cavendish fügte dem Verfahren des Herrn Boyle und Hales, bleibend elastische Flüssigkeiten zu erhalten, dasjenige bei, sie aus einem Gefäße in das andre überzuführen, um sie einer fe[illegible]rn Untersuchung zu unterwerfen. Durch sein sinnreiches und statisches Verfahren hat er dem sogenannten pnevmatischen Apparate eine Ausführbarkeit und eine Genauigkeit gegeben, daß er seit dem mit großen Vortheile angewendet, und damit sehr viele wichtige Entdeckungen gemacht worden sind. Niemand hat aber diesen Gegenstand mehr bereichert, und das so äußerst flüchtige Element der Luft mit glücklicherm Erfolge untersucht und zergliedert als Dr. Priestley, so daß vielleicht in einer Abhandlung über diese Gegenstände wenig Seiten werden gefunden werden, welche nicht eine Entdeckung von ihm, oder Vervollkommnungen enthalten, die durch seine gegebnen Winke veranlaßt wurden. Die Wissenschaft wird daher für seine so

außerordentlich schätzbare Entdeckung der reinen Lebensluft ihm ewig Dank schuldig bleiben.

Alle Entdeckungen, die Dr. Priestley in diesem Zweige der Wissenschaft gemacht hat, anzuführen, würde zu viele Zeit wegnehmen; sie übertreffen alles, was seine Vorgänger geleistet haben, sowohl an Ausdehnung als Wichtigkeit. Gleichwohl verdienen hier die Herren Lavoisier und Scheele erwähnt zu werden, welche durch lichtvolle Ordnung, Genauigkeit der Untersuchung und Tiefe der Einsichten unter den Beförderern der Wissenschaft von den Gasarten sich vornehmlich ausgezeichnet haben. Auch Mayow *) nimmt einen vorzüglichen Platz unter den Beförderern dieser Wissenschaft ein. Still und unbemerkt entdeckte er in der Dunkelheit der vergangenen Jahrhunderte, wenn auch nicht das ganze Wesen der Sache, doch gewiß sehr viele glänzende Wahrheiten, welche die Schriften eines Priestley, Scheele, Lavoisier, Crawford und anderer Physiker der gegenwärtigen Zeit zieren.

„Er verwarf mit Verachtung die schwankenden Begriffe, welche die alten Chemisten an die Ausdrücke, Schwefel, Quecksilber u. s. f. knüpften, und gab dafür unverkennbar den Begriff des Phlogistons, wodurch Stahl so berühmt wurde. Er bemerkte die Wirkung der Lebensluft beinahe in dem weiten Umfange ihres Einflusses. Er kannte die zusammengesetzte Beschaffenheit der Atmosphäre, und verstand es, die Mischung von Salpeter- und atmosphärischer Luft zu machen. Er sahe sehr wohl die Ursache der Vermehrung des Gewichtes im Kalken ein, und

*) Dr. Beddoes's chemic. exper. and opinions extracted from a work published in the last century.

behauptete zuverlässig, daß gewisse Grundlagen durch den Zutritt der salpeter-atmosphärischen Theilchen, oder was seitdem der Grundstoff der Säuren genennt worden ist, angesäuert werden.

„Wenn Mayow seine Gedanken nicht vollkommen deutlich ausgdrückt hat, wenn er sich solcher zweideutigen Redensarten bedient, daß man genöthiget ist, die neuern Entdeckungen zu Hülfe zu nehmen, um sie zu erklären; wenn seine Versuche nicht entscheidende Ueberzeugung geben; wenn er keine Folgerungen aus seinen Grundsätzen gezogen; so bedenke man, daß er einer der ersten Entdekker war, der bloß vermöge der Fruchtbarkeit seines eignen Genies soweit drang, und solchemnach nicht das leisten konnte, was wir jetzt zu thun im Stande sind. Ich glaube nicht, daß eine einzige wichtige Entdeckung ohne großen Scharfsinn gemacht werden kann. Ein minder scharf blickendes Auge kann vielleicht durch Zufall in solche Lagen kommen, wo es das Verfahren bemerkt, wornach die Natur irgend eine ihrer verborgenen Handlungen zu Stande bringt, allein derjenige, der sie öfters belauscht, muß gewiß mit scharfem, unterscheidendem Blicke sehen, und wissen, wo der wahre Gesichtspunkt liegt.

Von Newtons Entdeckungen in Rücksicht des Lichts kann man dasselbe behaupten, was sich von Mayow's Entdeckungen über die Luft sagen läßt: beide erscheinen als die größten Abweichungen von dem gewöhnlichen und natürlichen Gange der Wissenschaften. Ohnstreitig würden sie, (wie dieß auch wirklich in dem einen Falle geschehen ist) zu irgend einer Zeit gemacht worden seyn, allein es hätten vielleicht noch manche Jahrhunderte hingehen können, bis das Talent der Beobachtung und Betrachtung soweit exaltirt worden wäre. Unsre beiden großen Landsleute sahen gleich dem Wiederhersteller des Menschengeschlechts in

jenem Gedichte, nachdem sein Blick vom Erzengel „mit Augentrost und Raute“ gereiniget worden, kraft eines ihnen verliehenen Privilegium Scenen, die erst die entfernte Zukunft erblicken sollte.

Von dem pnevmatischen Apparate, und dem Verfahren, Versuche über die verschiedenen Luftarten anzustellen.

Der Apparat, der hier vor Ihnen liegt, ist zu den meisten Versuchen mit den verschiedenen Luftarten hinreichend. Er besteht aus einem Gefäße oder Wanne von Holz, worin drei oder vier Zoll unter ihrem obern Rande ein Querbret oder ein Gesimse angebracht ist. Wenn Sie sich derselben bedienen wollen, wird sie, wie Sie sehen, mit Wasser angefüllt, und zwar so hoch, daß es ein bis zwei Zoll über der Bank oder dem Gesimse steht. Verschiedene gläserne Gefäße werden mit ihrer Mündung unterwärts auf das Querbret gestellt. (Man sehe Taf. IV. Fig. 1.)

Ich nehme hier eins dieser Gefäße, tauche es unter Wasser, fülle es damit, und setze es mit der Mündung unterwärts auf die Bank; es bleibt, wie Sie sehen, voll Wasser, und dieß so lange, als die Mündung sich unter dem Wasser befindet, weil in diesem Falle das Wasser in dem Gefäße durch den Druck der Atmosphäre aufrecht erhalten wird, eben so wie das Quecksilber in der Barometerröhre schweben bleibt. Aus den Vorlesungen über die Luft muß es Ihnen bekannt seyn, daß wenn gemeine Luft, oder irgend eine andre Flüssigkeit, die der gemeinen Luft an Leichtigkeit und Elastizität ähnlich ist, zum Eintritt in solche Gefäße gebracht wird, sie aufwärts steiget, und einen Theil des Wassers heraus treibet.

Dieser gläserne Becher ist voll von Luft; ich tauche ihn jetzt mit der Mündung unterwärts in Wasser, und Sie sehen, daß kaum etwas Wasser in den Becher eintritt, weil dieses Eintreten durch die Elastizität der Luft gehindert wird; allein so wie ich den Becher zur Seite wende, so erfüllt er sich unmittelbar mit Wasser, und die Luft steigt in Gestalt von Blasen gegen die Oberfläche. Ich will jetzt das nämliche unter einem von den Gefäßen wiederholen, die mit Wasser gefüllt sind, und auf dem Brete stehen; die Luft steigt aufwärts, wie vorher, allein anstatt sich mit der allgemeinen Luftmasse zu verbinden, wird sie sich in dem obern Theile des Gefäßes sammeln. Auf diese Art können Sie die Luft aus einem Gefäße in das andre überführen, welches gewissermaßen einem umgekehrten Eingießen ähnlich ist, indem die Luft aus dem untern in das obere Gefäß steiget. Wenn die Mündung in dem Recipienten klein ist, so lege ich diesen Trichter umgekehrt in eine der Oeffnungen der Bank, und setze alsdann den Hals des Recipienten über diese Oeffnung, wo denn die Luft, welche durch den Trichter geht, in den Recipienten wie vorher dringt.

Hier ist eine gläserne Flasche Fig. 2, deren Boden sehr schwach geblasen ist, damit sie nicht zerspringt, wenn man ihn durch eine Lichtflamme plötzlich erhitzt. In den Hals paßt ein eingeriebener Stöpsel, welcher den untern Theil der gebogenen Röhre ausmacht. Mittelst der Biegung der Röhre kann ich das vordere Ende leicht unter einen dieser Recipienten bringen, um hierdurch Luft, die sich aus den Materialien entwickelt, überzuführen. Von der Flasche a Taf. VI. Fig. 1. muß man mehrere von verschiedener Größe vorräthig haben. Hier ist eine kleine Retorte zu der nämlichen Absicht, aus welcher, wenn deren Hals unter eines dieser Gefäße gebracht wird, die darin entbundne Luft in das Gefäße übergeht.

Da indessen aber verschiedene elastische Flüssigkeiten sich sehr leicht mit Wasser verbinden, so ist dieserwegen noch ein besonderer Apparat erforderlich, wo man sich statt des Wassers des Quecksilbers bedient; ein viereckte Gefäß von Marmor ist zu dieser Absicht am bequemsten. Die übrige Behandlung mit dem Quecksilber in diesem Apparate ist genau die nämliche, wie vorher mit dem Wasser geschahe, nur daß die Recipienten, deren man sich hier bedient, kleiner und stärker sind, als diejenigen beim Wasser-Apparate. (Taf. VI. Fig. 3 u. 4.)

Wenn irgend etwas, z. B. ein kleiner Becher u. s. f. in einer beträchtlichen Höhe innerhalb einem Gefäße gehalten werden soll, so bedient man sich darzu gern eines gebogenen Drahts, welcher nur einen geringen Raum einnimmt, und dem man nach Erforderniß die erforderliche Gestalt und Höhe geben kann.

Wenn stärkere Hitze erfordert wird, um die Luft aus festen Substanzen zu treiben, so bedient man sich nicht selten eines Flintenlaufs, den man ausschraubt, und das Zündloch vernietet. Die Materie wird in den Flintenlauf gethan, und der Rest mit trocknen Sande, welcher gehörig ausgebrannt worden, um alle Luft zu vertreiben, welche er enthalten dürfte, angefüllt. Der Stiel einer Tabakspfeife, oder eine schwache gläserne Röhre, wird an die Mündung des Flintenlaufs lutirt, und das andre Ende ins Feuer gelegt, damit die Luft aus den hineingebrachten Materialien entbunden werde.

Das genaueste Verfahren, um Luft aus verschiedenen Substanzen zu erhalten, ist, daß man sie, wenn sie es ertragen, in mit Quecksilber gefüllte Flaschen bringt, und den Brennpunkt eines Brennspiegels oder Brennglases darauf wirken läßt.

Um zu versuchen, ob die Luft zum verbrennen tüchtig ist, bringe man die Luft in ein langes enges Gefäße, dessen Mündung, nachdem sie sorgfältig bedeckt worden, aufwärts gekehrt werden kann; hierauf wird ein Wachsstock an das Ende eines Drahts befestiget, und so gebogen, daß die Flamme des Lichts oberhalb sei, wo er denn in das Gefäß herabgelassen wird, welches zugedeckt bleiben muß, bis das angezündete Licht hineingetaucht wird. *)

Wenn die Veränderung in den Dimensionen, welche auf die Mischung verschiedener Luftarten erfolgt, bestimmt oder gemessen werden soll, so kann man sich dazu eines graduirten engen zilindrischen Gefäßes bedienen. Die Eintheilungen können dadurch erhalten werden, daß man nach und nach gleiche Maße Wasser in dieses Gefäß gießt, und dessen Oberfläche bei jedem Zusatze bemerkt. Dieses Maßes kann man sich nachher für verschiedene Luftarten bedienen, wo denn die Veränderung der Dimensionen durch das Steigen oder Fallen des Quecksilbers in dem eingetheilten Gefäße angezeigt werden wird.

Da die Reinheit der gemeinen Luft durch die Verminderung bestimmt wird, die der Zusatz von Salpeterluft hervorbringt, so heißen solche Röhren Eudiometer. Auch giebt es ein Instrument, welches solchergestalt eingerichtet worden, um mit Genauigkeit die Veränderung des Volumen zu messen, welche durch die Mischung dieser Luftarten erfolgt.

Der Luftpumpe bedient man sich, um die Luft aus Pulvern und solchen Substanzen zu ziehen, die nicht be-

---

*) Cavallo on air. — Nicholson's first principles of Chemistry. Besonders aber Dr. Priestle'ys Exper. and Obs. on diff. kinds of air.

quem in Flaschen gebracht werden können, oder durch keine Flüssigkeit gehen.

Um den elektrischen Funken durch verschiedene Luftarten gehen zu lassen, wird ein Metalldraht an dem obern Ende einer Röhre befestiget, und die Funken oder Schläge werden durch diesen Draht bis zu dem Quecksilber oder Wasser geleitet, dessen man sich bedient hat, um die Luft einzuschließen; oder es werden zwei Drähte in zwei einander gegenüber liegenden Oeffnungen in der Seite einer zugeschmolzenen Röhre eingeküttet.

Von elastischen Flüssigkeiten.

Elastische Flüssigkeiten sind solche, welche eine luftförmige Gestalt angenommen, und das Ansehen der Luft haben; hiervon giebt es zweierlei Arten, die Gasarten, oder bleibenden elastischen Flüssigkeiten, und die Dämpfe, welche nicht-bleibend elastisch sind.

Bleibend elastische Flüssigkeiten, oder die Gasarten, sind solche, welche eine große Menge Feuer so innig und so genau mit den Theilchen der Substanz verbunden enthalten, daß ihre Elastizität unter jeder bekannten Temperatur ausdauert. Dämpfe, oder nicht-bleibende elastische Flüssigkeiten sind hingegen diejenigen, worin das Feuer in keiner so innigen Verbindung steht, und daher bei einer Veränderung der Temperatur oder Dichtigkeit leicht ihre Elastizität verlieren.

Die verschiedenen Zustände, unter denen die Körper erscheinen, hängen beinahe ganz von der verschiedenen Menge, der Natur und dem Grade ihrer Verbindung mit dem Feuer

ab. Flüssigkeiten sind von festen Körpern bloß darin unterschieden, daß sie bei der gemeinen Temperatur der Atmosphäre diejenige Menge an Feuer besitzen, die erforderlich ist, um sie in diesem Zustande zu erhalten. Sie gerinnen oder werden fest, und zwar mehr oder weniger leicht, je nachdem sie eine größere oder geringere Menge an Feuer nöthig haben, so daß die Körper drei verschiedene Grade in Rücksicht der Menge des Feuers zu besitzen scheinen.

1. Eine gewisse Menge, welche jederzeit der schwermachenden Materie des Körpers widersteht, die aber mehr oder weniger leicht davon getrennt werden kann: Feuer, welches auf diese Art wirkt, heißt merkliche Wärme.

2. Das verborgene Feuer, welches die Flüssigkeit verursacht, wodurch die Härte, oder die zu fester Masse vereinigenden (verkörpernden) Kräfte eines Körpers überwältigt werden: diese Menge ist in gewissem Grade meßbar, und kann sehr schicklich das verborgene Flüssigkeit-Feuer genennt werden.

3. Eine gewisse Menge Feuer, wodurch unter gewissen Bedingungen Flüssigkeiten u. s. f. elastisch gemacht werden können: dieß kann das verborgene Elasticität- oder Vaporisation-Feuer genennt werden.

Eine elastische luftähnliche Flüssigkeit, oder das Gas, ist also eine besondere Verbindung des Feuers mit einer gegebenen Substanz. Um eine Substanz zu einem gasartigen oder luftähnlichen Zustand zu bringen, muß sie im Feuer aufgelöset, und hierdurch mit einer unbekannten Substanz vereiniget werden, vermöge welcher Vereinigung sie ihre besondern Eigenschaften erhält. Wo irgend ein Gas gebildet wird, da geht jederzeit ein Einsaugen des Feuers vor sich; und umgekehrt, wenn Gas

in einen festen oder tropfbaren Zustand übergeht, erscheint der Antheil des Feuers, welcher zu dem Zustande als Gas wesentlich erforderlich war, wieder, und wird in Freiheit gesetzt.

Feuer ist in jedem festen Körper enthalten; allein der nämliche Körper enthält mehr Feuer in seinem flüssigen als in seinem festen Zustande, und noch mehr, wenn er in einen luftähnlichen Zustand übergeht. Es ist daher erforderlich, bei jeder Gasart das Feuer, welches als ein Auflösungsmittel wirkt, und die Substanz, welche damit verbunden wird und zur Grundlage dient, zu unterscheiden.

Es ist bekannt, daß Feuer sich mit gewissen Substanzen sehr leicht verbindet. Ich habe Ihnen bereits gezeigt, daß es verschiedene giebt, die bei der Temperatur der Atmosphäre schon in einem Zustande von Dampf bleiben. Andre hingegen erfordern höhere Grade, um diesen Zustand anzunehmen.

In dem ersten Zustande, oder in demjenigen des Dampfes, verlieren sie bald das Feuer, welches sie dazu erhob, und kehren in ursprüngliche Form zurück, sobald als das Feuer kältere Körper findet, womit es sich verbindet. In dem zweiten, oder dem Zustande als Gas, wird das Feuer mit der flüchtig gemachten Substanz solchergestalt verbunden, daß die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre nicht hinreichend ist, die Verbindung zu trennen.

Bleibend elastische Flüssigkeiten lassen sich zusammendrücken, sind durchsichtig, farbenlos, unsichtbar, und können durch Kälte nicht verdichtet werden. Einige sind schon in der Natur selbst vorhanden, ohne daß die Kunst etwas dazu beiträgt, ob sie gleich auch durch

künstliche Mittel erhalten werden können. Andre erhält man bloß durch künstliche Mittel. Einige verbinden sich sehr leicht mit Wasser, andre nicht; es müssen daher verschiedene Verfahrungsarten angewendet werden, um sie zu erhalten, je nachdem die Beschaffenheit der Flüssigkeit ist, welche gewonnen werden soll.

Ehe ich aber weiter gehe, wird es nothwendig seyn, einige von den Irrthümern auszuheben, welche sich in den Anfangsgründen der Chemie des Herrn Lavoisier befinden. Welche und wie große Verdienste dieser Mann sonst auch um die Chemie haben mag, so darf man ihn doch nicht allein zum Wegführer in der Naturforschung wählen, da diese Irrthümer der wahren Naturphilosophie so zuwider laufen. Sie werden dieß leicht selbst finden, wenn Sie seine Einleitung zu den Anfangsgründen der Chemie durchgehen, wo er unter andern behauptet, „daß Wasser, welches bis zu einer Temperatur von 212 gehoben worden, in Dampf, Gas oder in irgend eine luftähnliche Flüssigkeit verändert werde“. Da er solchergestalt sich dieser Ausdrücke als gleichbedeutend bedient, so verursacht er dadurch in der Physik große Verwirrungen.

Der Dampf des kochenden Wassers ist zwar ohnstreitig eine expansible Flüssigkeit, allein sie gehört zu der Art solcher Flüssigkeiten, welche vermittelst des Drucks und der Kälte zerstört werden. Nun widerstehen aber Gasarten oder luftförmige Flüssigkeiten sowohl der einen als der andern dieser Ursachen, und werden daher auch bleibend elastische Flüssigkeiten genennt. Dieser unläugbare Unterschied kann also nicht vernachlässiget werden, ohne zu Fehlern und Irrthümern Gelegenheit zu geben.

Ein anderer Irrthum des Herrn Lavoisier ist ferner seine Behauptung: „daß alle Körper entweder fest

oder flüssig sind, oder in dem Zustande eines elastischen luftartigen Dampfes sich befinden, je nach dem Verhältnisse, welches zwischen der anziehenden Kraft ihrer Theilchen, und der zurückstoßenden Kraft der Wärme Statt findet;" da doch im Gegentheil keine Körper bekannt sind, auf welche sich dieser Satz anwenden ließe. Ferner nimmt er an, „daß wenn bloß diese zwei Kräfte Statt fänden, Körper bei einem untheilbaren Grade des Thermometers flüssig werden, und augenblicklich aus dem festen Zustande zur luftähnlichen Flüssigkeit übergehen würden. So würde z. B. das Wasser, in dem nämlichen Augenblicke, wo es aufhört Eis zu seyn, zu kochen anfangen, und in eine luftähnliche Flüssigkeit verwandelt werden." — „Daß sich dieß nicht ereignet, hängt von der Wirkung einer dritten Kraft, nämlich von dem Drucke der Atmosphäre ab."

Herr Lavoisier begeht hier zwei Fehler, erstlich, indem er den Dampf des kochenden Wassers als eine luftförmige Flüssigkeit ansieht; zweitens, indem er annimmt, daß es keine andre Vereinigung des Feuers und Wassers unter einer ausdehnbaren Form gebe, als wenn das flüssige Produkt hinreichend dicht ist, um durch sich selbst dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten. Nun ist aber aus allen Erscheinungen und Versuchen bekannt, daß der wäßrige Dampf in freier Luft bei jeder Temperatur erzeugt werde, und sich mit der Luft vermische, ohne durch ihren Druck zerstört zu werden. Das nämliche findet auch bei andern Flüssigkeiten von der nämlichen Art Statt.

Um diese Theorie der Erzeugung luftförmiger Flüssigkeiten vermöge der einfachen Vereinigung des Feuers mit einer Flüssigkeit zu beweisen, wenn keine Gegenwirkung vom Druck der Atmosphäre Statt findet,

führt Herr Lavoisier jene expansiblen Flüssigkeiten an, welche im luftleeren Raume bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre erzeugt worden, z. B. durch Aether, Alkohol, Wasser und Quecksilber. Allen diesen bloßen Produkten der Ausdunstung giebt er den Namen luftförmiger Flüssigkeiten, obschon keine derselben der Kälte oder einem starken Drucke zu widerstehen im Stande ist. Ueberdieß dampfen die nämlichen Flüssigkeiten unter dem Drucke der Atmosphäre sowohl als im luftleeren Raume aus, und es findet sich in beiden Fällen kein Unterschied, als in der Zeit, welche erforderlich ist, daß die nämliche Masse verdunste. Im luftleeren Raume ist den Wirkungen des Feuers nichts entgegen, um zuerst die Theilchen von der Oberfläche der Flüssigkeit loszureißen, und alsdann bis zu einem gewissen Abstande zu trennen; die Luft widersteht beiden diesen Wirkungen, und verspätiget solchemnach die Operation: allein der ganze Unterschied betrifft bloß die Zeit, denn die Gesetze der Ausdunstung sind im luftleeren Raume die nämlichen wie an der freien Luft.

Jede besondere Art von Dampf besitzt einen ihr selbst ganz eignen Mechanismus, welcher theils in der Geschwindigkeit, welche das Feuer unter seinen Theilchen behauptet, theils in der Masse der Substanz, womit es verbunden ist, seinen Grund hat. So wird bei Theilchen von der nämlichen Masse, je größer die Geschwindigkeit des Feuers in irgend einer Art von Dampf ist, desto größer die ausdehnende Kraft des Dampfes seyn. Ein andres Gesetz beim Ausdampfen der Flüssigkeiten, worauf man Rücksicht zu nehmen hat, ist, daß verschiedene Arten bei einerlei Temperatur mehr oder weniger dicht seyn werden, und daß es solchergestalt für jede Art verschiedene höchste Grade (ein Maximum) oder Entfernungen, unter denen ihre Theilchen sich vereinigen, geben kann: denn die Gränzen der Dichtigkeit im Dampfe entspringen von dem

Bestreben der Theilchen sich zu vereinigen, wenn sie sich in einem gewissen Abstande befinden. Diese Gesetze werden in offner Luft, so wie im luftleeren Raume befolgt, und umgekehrt.

Herr Lavoisier ist zu diesen Fehlern dadurch verleitet worden, daß er nur allein auf die regelmäßige Verminderung des Wärmegrades Rücksicht nahm, bei welchem Flüssigkeiten nach Verhältniß, als der Druck auf ihre Oberfläche geringer ist, kochen. Nun ist aber das Aufwallen bloß ein Nebenumstand, welcher bei Erklärung der Grundgesetze, nach welchen sich Dämpfe bilden, gar nicht in Betracht kommt. Denn wenn wir alle Luft, welche in Flüssigkeiten enthalten ist, auszutreiben vermögend wären, so würden sie niemals, weder im luftleeren Raume noch in freier Luft kochen, sondern bloß an der frei darliegenden Oberfläche ausdunsten. Zwar würde dieses Ausdunsten langsamer geschehen, allein doch immer nach den nämlichen Gesetzen, und die Dämpfe würden bei einerlei Temperatur eine gleiche Dichtigkeit mit den Dämpfen erlangen, welche durch das Aufwallen von Flüssigkeiten entstehen, die von Luft nicht gereiniget worden sind. Denn der Grad der Wärme, bei welchem eine Flüssigkeit kocht, ist derjenige, wo ihre Dämpfe durch sich selbst allein im Stande sind, den aufliegenden Druck zu tragen; die Dämpfe selbst aber bilden sich innerhalb der Flüssigkeit, sobald als eine Trennung des Zusammenhangs erfolgt.

Alle Flüssigkeiten dunsten in freier Luft aus, und ihre Produkte (Dämpfe) sind den nämlichen Gesetzen unterworfen, als ob keine Luft zugegen wäre; allein keine bekannte Flüssigkeit kann allein eine Atmosphäre, die so dicht als die unsrige wäre, bilden, wenigstens so lange, als die Dämpfe nicht ihren Zustand ändern, denn sobald als sie einen gewissen Grad der Dichtigkeit übersteigen,

werden sie durch den Druck der höherliegenden Schichten zerstört. Da hingegen eine luftähnliche Flüssigkeit eine unbegränzte Atmosphäre bilden kann, denn wir kennen keine Grade des Drucks, welche diese Flüssigkeiten vernichten könnten.

Sie sehen hieraus, wie sehr Herr Lavoisier irret, wenn er behauptet: „daß die Erklärung, welche er von der Bildung luftförmiger elastischer Flüssigkeiten, oder der Gasarten gegeben, ein großes Licht über die ursprüngliche Bildung der Atmosphäre der Planeten, besonders unsrer Erde verbreite; denn es läßt sich nun leicht begreifen, daß diese aus allen den Substanzen bestehen muß, die fähig sind, verdunstet zu werden, oder vielmehr bei der Temperatur unsrer Atmosphäre, und unter einem Drucke, der demjenigen einer Quecksilbersäule im Barometer von 28 Zoll Höhe gleich ist, in einem luftförmigen Zustande zu bleiben." Nun bestehen zwar wirkliche luftförmige Flüssigkeiten bei jedem Grade des bekannten Drucks, und unter jeder Temperatur; allein von Dämpfen sind keine bekannt, welche allein den ganzen Druck der Atmosphäre bei unsrer gewöhnlichen Temperatur auszuhalten vermögend sind. Sie sehen also hieraus, wie ein geringer Irrthum zu andern Veranlassung giebt, und wie leicht von denen, die ihrer Speculation den Zügel lassen, ganz falsche Grundsätze aufgenommen werden, um darnach das System der Natur zu erklären.

Ausdehnbare Flüssigkeiten sind mit allem Rechte einer der wichtigsten Gegenstände des Naturforschers geworden, da ihre Zusammensetzung und Zersetzung mit dem größern Theile derjenigen Erscheinungen in Verbindung steht, welche täglich beobachtet werden. Dieser Theil der physikalischen Kenntniß war vor unsrer Zeit sehr wenig bekannt; daher hat seit seiner Entdeckung die

Wissenschaft wesentliche Fortschritte gemacht. Wir müssen uns indessen sorgfältig hüten, uns durch Neuerungen nicht verführen, noch durch reizende Aussichten so weit verblenden zu lassen, die bereits bebauten Gefilde zu vernachlässigen.

Herr Lavoisier häuft Fehler auf Fehler. „Um unsre Gedanken (sagt er) auf diesen Gegenstand zu heften, überlege man, was aus den verschiedenen Substanzen auf unsrer Erde geworden seyn würde, wenn ihre Temperatur plötzlich verändert würde; würde die Erde plötzlich in eine sehr kalte Region versetzt, so würde die Luft, oder wenigstens einige der luftförmigen Flüssigkeiten, woraus sie besteht, aufhören, in dem Zustande elastischer Dämpfe zu bestehen; aus Mangel eines hinreichenden Grades von Wärme würden sie in ihren tropfbaren Zustand zurückkehren, und es würden neue Flüssigkeiten gebildet werden, von denen wir gegenwärtig keinen Begriff haben." In diesem Auszuge finden Sie die nämliche Verwirrung der Ausdrücke, als durch diesen ganzen Theil seiner Abhandlung herrscht, woraus nothwendig eine Verwirrung physikalischer Begriffe erfolgen muß: denn wir kennen keine luftförmige Flüssigkeit, welche durch Kälte zerstört werden könnte, auch ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß es irgend Flüssigkeiten dieser Art gäbe, die, wenn sie bloß des Feuers beraubt werden, in Flüssigkeiten verwandelt würden. In Rücksicht der eigentlich sogenannten Dämpfe kennen wir keine, (obschon derselben es verschiedene Arten in unsrer Atmosphäre giebt), als die wäßrigen, aus deren Zersetzung eine Flüssigkeit entsteht.

Die nämliche Verwirrung herrscht auch in andern Theilen seines Werks. So folgert er aus den zwei Extremen, der größten Wärme und der größten Kälte: „daß Festigkeit, Flüssigkeit und Elastizität bloß dreierlei ver-

schiedene Zustände einerlei Materie sind, drei besondere Modifikationen, welche beinahe alle Substanzen nach und nach erleiden, und welche allein von dem Grade der Wärme abhängen.“ Solche Behauptungen müssen nothwendig alle unsre physikalische Kenntniß in Dunkelheit einhüllen. Ich wenigstens kenne keine Substanz, als Eis und Metalle, welche aus einem festen in einen flüssigen Zustand bloß durch Zusatz von Feuer übergehen.

Denn diejenigen, welche sogar dem Anscheine nach allein schmelzbar sind, sind es nach ihrer Abkühlung nicht auf die nämliche Art, als sie es vor der Schmelzung waren; dieß beweiset überhaupt, daß das Schmelzen dieser Substanzen nicht von der Wirkung des Feuers allein, sondern von gewissen chemischen Verbindungen herrühre, welche durch Feuer bewerkstelligt wurden.

Es giebt keine bekannte Substanz, welche aus einem flüssigen Zustande in einen luftförmigen bloß allein durch Zusatz von Feuer übergienge. Auch ist diese Veränderung noch ein Geheimniß, und noch fehlen verschiedne Glieder in der Kette, um sie mit unsrer gegenwärtigen Kenntniß zu vereinigen.

Das Feuer ist ohnstreitig die Ursache der Ausdehnung jeder physikalischen Substanz; allein es giebt keine uns bekannte, welche durch die Veränderung des Feuers allein aus einem luftförmigen Zustande in eine uns bekannte konkrete Form übergienge, das Wasser allein ausgenommen. Jede Luftart, welche wir entweder durch Anwendung des Feuers auf gewisse Substanzen, oder mittelst Vermischung hervorbringen, alle lassen einen Rückstand hinter sich, und sind jederzeit von den Substanzen verschieden, welche ursprünglich angewendet werden. Das allgemeine Mittel, um zu erfahren, welcher Theil dieser Substanzen in einen luftähnlichen Zustand

übergeht, ist eine komparative Zergliederung der Substanz selbst, und des davon erhaltenen Produkts, der Luft nämlich und des Rückstandes; allein wer diese Zergliederungen genau kennt, wird auch zugestehen, daß sie noch zu unvollkommen sind, um darauf eine Hypothese zu gründen.

Unter den verschiedenen Hypothesen ist folgende diejenige, welche die größte Verschiedenheit von Fällen umfaßt, und solchemnach die ausgedehnteste Anwendung verstattet; nämlich, daß, welche Substanz auch angewendet wird, um Luft zu erzeugen, Wasser als ein Bestandtheil dieser Luft dazu kommt; daß Wasser den ponderablen oder bloß schweren Theil jeder luftförmigen Flüssigkeit ausmache; daß, obschon Feuer die unmittelbare Ursache ihrer luftförmigen Ausdehnbarkeit ist, es doch in diesem Falle keinesweges als Ausdehnungs-Feuer wirke. Zugleich giebt es aber auch irgend eine Substanz ohne Schwere, welche zu ihrer Vereinigung beiträgt, und welche den unterscheidenden Karakter jeder Art von Luft bildet.

Es folgt also hieraus, daß, um irgend eine Luft zu zersetzen, sie dieser spezifischen Substanz beraubt werden müsse, welche das Mittel zwischen dem Wasser und dem Feuer ist. Die Natur der Luft kann verändert werden, ohne daß sie ihr luftförmiges Daseyn verliert, wenn diese Zwischensubstanz verändert wird.

Das Feuer, wenn es dem Wasser mitgetheilt wird, bildet eine ausdehnbare Flüssigkeit, aber keine, welche bleibend elastisch wäre. Es ist Dampf oder Dunst, welcher durch Zusammendrückung oder durch Kälte zersetzt werden kann: allein durch bloße Zusetzung von Licht zu diesen zwei Substanzen wird eine luftförmige Flüssigkeit gebildet, wie von Dr. Priestley ist gezeigt

worden. Auch Herr de Lüc bemerkte in dem Verfolge seiner merkwürdigen Versuche über die Hygrometrie, daß die Wärme des Zimmers niemals die geringste Luft aus einem darin stehenden, mit Wasser gefüllten Gefäße erzeugte, daß aber, sobald als die Sonnenstrahlen darauf fielen, Luftblasen gebildet wurden, und dieß dauerte so lange, als das Licht darauf wirkte. Im Wasser befindet sich jederzeit eine hinreichende Menge Feuer zu Erzeugung des Dampfes, allein dieß ist keineswegs zur vorher erwähnten Erscheinung hinreichend; denn Dampf kann nicht mitten im Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft erzeugt werden, da die Erzeugung desselben durch den Druck der Atmosphäre gehindert wird; allein, wenn Licht in hinreichender Menge dazu kommt, so verbindet es sich mit dem Feuer und dem Wasser, und erzeugt anstatt des Dampfes eine luftförmige Flüssigkeit.

Zufolge dem, was bisher erwähnt worden ist, sowohl als aus dem, was sich aus der fernern Betrachtung dieses Gegenstandes ergeben wird, kann man, wie ich glaube, mit einiger Zuverlässigkeit behaupten, daß folgende Sätze des Herrn de Lüc den deutlichsten Aufschluß über die luftförmigen Flüssigkeiten geben, mit den Beobachtungen am besten übereinkommen, den Einwürfen weniger ausgesetzt sind, als jede andre Ansicht dieses Gegenstandes, und mit den ächten Regeln des physikalischen Räsonnements sich am besten vertragen.

1. Daß es kein Beispiel von irgend einer Substanz giebt, die bloß durch Zusatz von Feuer in einen bleibenden luftförmigen Zustand übergehe.

2. Daß Luft oder Gas sich vom wäßrigen Dampfe durch die Hinzukunft einer inponderablen Substanz unterscheide.

3. Daß Wasser den ponderablen oder bloß schweren Theil aller luftförmigen Flüssigkeiten ausmacht: diese Hypothese bestätigt sich durch unzählige Thatsachen, ohne daß nur eine dagegen sey, und wirft zu gleicher Zeit ein großes Licht über die ganze Meteorologie.

4. Daß es das Wasser der Luft- oder Gasarten ist, welches das Gewicht derjenigen Substanzen vermehrt, womit sie sich verbinden, und das Gewicht derjenigen vermindert, wovon sie sich entbinden.

5. Daß die Substanzen, die einer gewissen Art von luftförmigen Flüssigkeiten eigen sind, die Ursache der Säure sind.

6. Daß Phlogiston, welches eben so wenig eine Schwere hat als Feuer, die Substanz sey, welche jede Art brennbarer Luft unterscheidet; bei einem gewissen Grade von Wärme vereinigt es sich mit der Lebensluft, und diese Vereinigung ist die unmittelbare Ursache der Entzündung.

7. Daß außer dem Phlogiston sich in der leichten entzündbaren Luft eine andere Substanz befinde, wodurch sie sich von der ganzen Klasse der schwereren brennbaren Luftarten unterscheidet: eine so mit dem Phlogiston verbundne Substanz, daß sie seine Zersetzung der Lebensluft verhindert, die Veränderung in wäßrigen Dunst aber bewirkt.

8. Der wäßrige Dunst ist eine Flüssigkeit, welche bloß aus Wasser und Feuer besteht; er ist nicht bleibend luftförmig, weil er durch Druck und Kälte in seine ursprüngliche Form wieder zurückgebracht werden kann.

9. Dieser wäßrige Dunst kann leicht zersetzt werden, weil dessen Verbindung mit dem Feuer nur sehr

schwach ist; wäre diese Verbindung so stark, daß die Trennung nur durch irgend eine chemische Verwandschaft erfolgen könnte, so würde der wäßrige Dampf in eine luftförmige Flüssigkeit verändert werden.

Von der Lebensluft.

Diese Luft wurde von Dr. Priestley entdeckt, ob sie schon wahrscheinlich Dr. Mayow bereits im letztern Jahrhunderte gekannt hat; sie ist in der Physik ein Produkt von der höchsten Bedeutung, und ward zuerst dephlogistisirte Luft genannt. Die französischen Chemisten lassen sie aus einem Grundstoff bestehen, den sie Oxygen nennen, womit ein große Menge Feuer verbunden sey.

Der angenommene Grundstoff ist von den Franzosen deswegen Oxygen genennt worden, weil sie ihn als den wahren sauermachenden Grundstoff ansehen, ohne welchen es keine Säure geben würde.

Das Athemholen hat auf die Luft die nämliche Wirkung als das Verbrennen. Wenn ein Thier in einer begränzten Menge atmosphärischer Luft eingeschlossen wird, so stirbt es, sobald als die Luft verunreiniget und zum Athmen untauglich worden ist. Die Lebensluft erhält bei ähnlichen Umständen das Leben der Thiere ungleich länger als gemeine Luft; Vegetabilien gedeihen nicht in der Lebensluft.

Kein Theil der Atmosphäre giebt diese Luft in ihrem größten Grade der Reinheit; man findet sie allezeit mit andern Substanzen verbunden, vermischt, oder dadurch verändert. Da sie mit verschiedenen Substanzen verbun-

den ist, so kann sie dagegen auch leicht durch Zersetzung herausgezogen und erhalten werden.

Die Lebensluft wird durch Erhitzung aus einer großen Menge von Substanzen gezogen, besonders aus dem Salpeter, Alaun, Gallmei, und aus dem natürlichen Braunsteinkalke, so wie auch aus denjenigen metallischen Kalken, welche sich von selbst und ohne Zusatz von Phlogiston wieder reduciren, z. B. der ohne Zusatz bereitete Quecksilberkalk, der rothe Quecksilberniederschlag oder das durch Salpetersäure kalzinirte Quecksilber; diese geben sie in großer Menge, wie Sie sich davon aus dem folgenden Versuche leicht selbst überzeugen können. Ich thue jetzt eine Unze rothen Präcipitat in diese Flasche, die mit einem eingeriebenen Stöpsel und einer gebogenen Röhre versehen ist, und setze sie dann auf ein Kohlenbecken; sobald nun, als die atmosphärische Luft von der Hitze ganz ausgetrieben worden ist, trage ich das Kohlfeuer und die Flasche zu meinem pnevmatischen Apparate, und bringe die gebogene Röhre unter einen von den Recipienten, welche mit Wasser angefüllt worden sind. Sie sehen, daß nach Verhältniß, als der Präcipitat sich wieder in fließendes Quecksilber verwandelt, Luft durch die Röhre aufsteigt, das Wasser aus dem Recipienten treibt, und seinen Raum einnimmt; diese Luft ist, wie Sie sehen, durchsichtig, farbenlos und unsichtbar: auch werden Sie finden, daß sie elastisch ist, und zusammengedrückt werden kann, kurz, daß sie reine respirable oder Lebensluft ist.

Sie kann auch aus der Mennige, welche ein Bleikalk ist, erhalten werden, wenn sie mit Salpetersäure befeuchtet wird: in diesem Falle ist es denn die Salpetersäure, welche den größten Theil dieser Lebensluft giebt. Alle Säuren sind mit Lebensluft verbunden, unter denen es viele giebt, die sie leicht fahren lassen. Aus einem

Pfunde Salpetersäure können gegen 1200 Kubikzoll Lebensluft erhalten werden: Salpeter mit alkalinischen oder erdigen Grundlagen, Quecksilberessigsalz, und arsenikalischer Zink geben dieses Fluidum in verschiedener Menge, wenn sie der Wirkung des Lichts oder der Wärme ausgesetzt werden. Dieses Fluidum ist in keinem dieser Körper ganz und in seinem vollkommnen Zustande vorhanden, sondern so wie sie es enthalten, nichts mehr als die schwermachende Basis, welche durch Erhitzung entwickelt, und in eine elastische Flüssigkeit verändert wird; denn die Metalle können bloß kalzinirt werden, indem sie sich mit dem ponderablen Theile der Luft verbinden, welcher in ihnen fest wird, und ihr Gewicht vermehrt. Dieser Theil wird durch Erhitzung wieder ausgetrieben, und geht, indem er sich mit dem Feuer verbindet, in Form einer elastischen Flüssigkeit davon. Während dieser Operation gewinnt das Metall, indem es diesen schwermachenden Theil verliert, der es zu einem Kalke reducirt hatte, zwar sein Phlogiston und seinen metallischen Glanz wieder, verliert aber das Gewicht, welches es durch die Verkalkung gewonnen hatte.

Herr Chaptal sagt, daß eine Flasche mit dephlogistisirter muriatischer Säure, wenn sie der Sonne ausgesetzt wird, alle überflüssige Lebensluft entweichen läßt, und in den Zustand der gemeinen muriatischen Säure übergehe. Wenn die nämliche Säure in einer Flasche, die mit schwarzem Papier umgeben, der Sonne ausgesetzt wird, so erleidet sie gar keine Veränderung; und wenn sie sogar in einem finstern Orte erhitzt wird, läßt sie sich zwar in Gas verwandeln, allein sie wird keineswegs zersetzt.

Die Sonnenstrahlen, wenn sie mit beträchtlicher Stärke wirken, werden gleichfalls Lebensluft aus den Kalken des Quecksilbers, des Silbers und des Goldes entwickeln.

Silbersalpeter unter Wasser gesetzt, und der Sonne unterworfen, entläßt seine Lebensluft; der rothe Präcipitat giebt in ähnlichen Fällen Lebensluft, und bedarf keiner langen Zeit, ehe er schwarz wird. Auch können Sie Lebensluft vermittelst der Vitriolsäure erhalten. Herr Chaptal bediente sich zu dieser Absicht des folgenden sehr einfachen Verfahrens. Er that zwei Unzen Braunstein in eine kleine Apothekerphiole, und goß darauf so viel Vitriolsäure, daß es zu einer flüssigen Paste wurde; hierauf befestigte er das eine Ende einer gebogenen Röhre in den Hals der Flasche, brachte den andern Schenkel unter einen Recipienten in dem pnevmatischen Gefäße, wie bei unserm vorigen Versuche, und hielt unter den untern Theil der Flasche eine glühende Kohle. Der Braunstein, dessen er sich bediente, war von der Art, welche er zu St. Jean de Gardonnenque entdeckt hatte, und die sehr leicht Lebensluft gab, indem zu dieser Absicht nichts mehr erforderlich war, als sie mit Vitriolsäure zu vermischen. Die erste Blase ist so rein als die letzte. Die Lebensluft entfärbt die vegetabilischen sowohl als die animalischen Substanzen; wenn sie von fixen Oelen eingesogen wird, so verdickt sie dieselben, und versetzt sie in einen Zustand, der dem Wachse sehr ähnlich ist.

Ich habe Ihnen bereits gesagt, daß diese reine Lebensluft von einigen Substanzen sich bloß vermöge des Einflusses des Sonnenlichts entwickele. Sie werden nun bald sehen, daß der Einfluß des Lichts auf die Operationen der Natur sehr ausgedehnt ist, und durch eine Reihe leichter Versuche sich von der Beschaffenheit des Prozesses selbst überzeugen können.

Lebensluft entwickelt sich ununterbrochen aus denjenigen Vegetabilien, die dem Lichte der Sonne ausgesetzt werden, und die Blätter scheinen diese Luft mit Hülfe des

Lichts zu bearbeiten; das Sonnenfluidum wird eingesogen, und wird so zur Ursache der Farben, des Geruchs u. s. f. die man an den Vegetabilien bemerkt. Mit einem Worte, es wird hier als Phlogiston fixirt. Die nämliche Operation setzt die Blätter der Pflanzen in Stand, Lebensluft zu entlassen, deren Menge sich nach dem stärkern oder schwächern Wachsthum der Pflanze und nach der Lebhaftigkeit des Lichtes richtet.

Dr. Priestley hat gezeigt, daß die Pflanzen ein Vermögen besitzen, schlechte Luft zu verbessern, und Dr. Ingenhouß, daß sie im Stande sind, die Luft zu bearbeiten, die sie enthalten, und so immerfort die Atmosphäre mit Lebensluft zu versehen, um sie zum animalischen Leben geschickter zu machen, welches bloß von dem Einflusse des Sonnenlichts auf die Pflanze herkommt. Ich ersuche Sie hier zugleich, seine Versuche zu wiederholen, wenn Sie im Sommer sich auf dem Lande aufhalten, wo sie sehr leicht angestellt werden können, und die Ihnen sicher ein wahres Vergnügen verschaffen werden.

Der Prozeß, diese Luft von Vegetabilien zu erhalten, ist außerordentlich einfach: er besteht bloß darin, daß man sie in Wasser taucht oder einschließt, welches in einem umgekehrten gläsernen damit gefüllten Gefäße geschieht, das man auf die Bank des pnevmatischen Gefäßes setzt. So wie nun auf die Pflanze die Sonne wirkt, so werden Sie sehen, wie sich auf ihren Blättern kleine Luftblasen bilden, die immer nach und nach größer werden, und sich endlich von den Fibern des Blatts losmachen, und gegen den obern Theil des Gefäßes steigen, wo das Wasser allmählich sinkt.

Nicht alle Pflanzen geben indessen diese Luft mit gleicher Leichtigkeit; bei einigen geschieht es, sobald als die Sonne auf dieselben wirkt, z. B. die Blätter der Jakobäa,

des Lavendels und einiger aromatischen Pflanzen. Gewisse Wasserpflanzen scheinen auch diese Operation zu begünstigen; andre hingegen geben sie schon langsamer, indessen doch nicht später als in acht bis zehn Minuten, vorausgesetzt daß das Sonnenlicht stark genug ist. Die Luft wird beinahe ganz von der untern Fläche der Blätter der Bäume hergegeben, von Krautpflanzen hingegen beinahe von der ganzen Oberfläche derselben, auch geben die Blätter mehr Luft, wenn sie sich noch an der Pflanze befinden, als wenn sie gepflückt worden, so wie auch die Menge größer ist, je frischer und gesunder sie sind. Junge Blätter gewähren nur eine geringe Menge Lebensluft, solche, welche im vollen Wachsthume stehen, geben mehr, und zwar um so mehr, je grüner sie sind, da hingegen von solchen, welche verletzt oder bereits gelb geworden, gar keine erhalten wird. Der schwammige Theil des Blatts scheint derjenige zu seyn, welcher eigentlich die Luft giebt, denn das Oberhäutchen, die Rinde, und die Stiele gewähren keine; überhaupt erhält man die Lebensluft bloß von den grünen Theilen der Pflanzen. Daher geben unreife Früchte und Körner diese Lebensluft, aber so wie sie vollkommen reif sind, erhält man von ihnen keine mehr, so wie denn Blumen die Luft im Allgemeinen schädlich machen.

Herr Chaptal erinnert, daß er öfters diese Luft gesammelt habe, besonders aber von einer Art Moos sehr viel erhalten, welches den Boden der Gefäße bedeckt, die mit Wasser angefüllt sind, worauf die Sonne nicht unmittelbar scheinen können.

Dr. Ingenhouß bemerkt, daß die Konferve sowohl, als die grüne Materie, welche auf dem Wasser erzeugt wird, viel Lebensluft giebt. Herr Senebier hat gezeigt, daß eine Säure, die im Wasser verdünnt worden,

die Menge Luft vermehre, die sich frei macht, (wenn das Wasser nicht zu sehr sauer gemacht worden) und daß in diesem Falle die Säure zersetzt werde.

Wasserpflanzen, wie ich schon bemerkt habe, besitzen besonders diese Eigenschaft, Lebensluft zu geben, und solchergestalt die brennbare Luft zu verbessern, welche von dem Schlamme in niedrigen morastigen Sümpfen erzeugt wird; so daß diese Gegenden zugleich eins der besten Hülfsmittel gegen ihr eigenes natürliches Uebel erzeugen: es geschehen also alle Dinge zum besten.

Die Indische Kresse giebt innerhalb zwei Stunden mehr reine Luft, als das Volumen aller ihrer Blätter beträgt; welch eine Menge muß sich also nicht von hohen Bäumen während einem Tage entwickeln! Hieraus sieht man denn leicht den Fehler, den man gegenwärtig mit Wohnhäusern begeht, daß man sie in so beträchtlicher Entfernung von aller Vegetation erbauet.

Das Geschäft der Vegetation ist aber nicht allein hinreichend, diese heilsame Wirkung auf die Luft zu thun, sondern es ist die Vegetation im Sonnenscheine, von welcher alles dieses Gute erwartet werden kann.

Die Sonne wirkt indessen nicht bloß vermöge ihrer Wärme, sondern die Entbindung dieses Gas wird besonders durch das Licht verursacht, und kann daher vermöge eines starken Lichts ohne unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen erhalten werden, und zwar um desto stärker, je lebhafter das Licht ist. Es dürfte daher scheinen, als ob Licht die Verdauung in der Pflanze begünstigte, und daß die Lebensluft, als welche einer der Grundstoffe beinahe aller nährenden Säfte ist, besonders des Wassers, frei wird, wenn sie keine Substanz

findet, womit sie sich in der Pflanze verbinden kann. Daher geschieht es denn auch, daß Pflanzen, deren Wachsthum am stärksten ist, die größte Menge Luft geben.

Dr. Ingenhouß ist seit der Herausgabe seines englischen Werks über die Vegetabilien, die dem Lichte der Sonne ausgesetzt worden, beinahe immerfort mehr oder weniger beschäftiget gewesen, diesen Gegenstand noch weiter zu verfolgen, und hat bei Gelegenheit einiger Streitigkeiten, sowohl im Englischen, Französischen als Deutschen verschiedene Versuche bekannt gemacht, welche alle zu der nämlichen Folgerung führen. Den vornehmsten Streit führte er mit Herrn Senebier in Geneve, der sich indessen ganz zu seinem Vortheile geendiget hat, denn sein Gegner hat freimüthig bekannt, daß er durch einige nicht gehörig angestellte Versuche irre geleitet worden sey. In den Vorlesungen der Kurpfälz. phys. ökon. Gesellschaft findet man eine lange Reihe Versuche vom Hofr. Succow, die mit denjenigen des Dr. Ingenhouß vollkommen übereinstimmen.

Er schließt seine Nachricht in Rücksicht derselben auf folgende Art. „Diejenigen Wirkungen des Sonnenlichts auf Pflanzen, welche Dr. Ingenhousz zuerst mit so vieler Genauigkeit vorlegte, erhalten durch die vorhergehenden Versuche Bestätigung, aus welchen sich ergiebt, daß Bäume und Pflanzen im Sonnenlichte am meisten fähig waren, reine Luft zu geben, da sie hingegen im Schatten mehr oder weniger phlogistisirte Luft gaben. Daß die Luft, welche entwickelt wird, wenn Vegetabilien im Wasser dem Sonnenscheine ausgesetzt werden, von ihren Blättern und von andern Theilen derselben herkommt, bedarf weiter kaum eines Beweises. Das Wasser enthält zwar eine Menge Luft, welche durch den Einfluß des Lichts entwickelt wird, allein die Menge ist selbst bei einer

großen Menge von Wasser so sparsam, daß sie auf keine Art mit derjenigen in Vergleichung gesetzt werden kann, welche Pflanzen innerhalb einigen Stunden geben. Käme diese Luft von dem Wasser her, so würde sie doch nur in sehr wenig Fällen so rein seyn, wenn nicht das Wasser grüne (Konferve) Materie enthielte, wo aber dieses Moos für die Quelle der Luft angesehen werden muß. Der Unterschied in der Luft selbst, welche Vegetabilien geben, wenn alle andre Umstände gleich sind, setzt es außer allen Zweifel, daß die Luft nicht vom Wasser, sondern von den Vegetabilien herkommt."

Dr. Ingenhousz hat in seinem letztern Werke einiger Abweichungen seiner Versuche erwähnet. So fand er, daß Wasser, welches mit Säuren, Alkalien, Mittelsalzen, ausgedrückten Pflanzensäften, z. B. aus Rosinen, Pfirschen u. s. f. geschwängert worden, die Erzeugung reiner Luft durch Vegetabilien sehr befördert, die Gräser, (wo das Produkt aus unbekannten Ursachen sehr verschieden ausfällt) Bach-Wasserfaden (conferua riuularis), überhaupt die Wasserpflanzen und einige andre ausgenommen, welche von der fixen Luft getödtet werden, wenn diese Säure angewendet wird. Einige wenige Substanzen, z. B. der Saft von Zwiebeln, Gurken und Rüben, unterdrückten vielmehr die Entbindung von Luft, anstatt sie zu befördern.

Unter die Substanzen, welche die Erzeugung reiner Luft begünstigen, gehört alles, was düngt, einfache und zusammengesetzte Salze, nebst den Säften und dem Extraktivstoff der Pflanzen. Wenn wir annehmen können, daß die Erzeugung dieser heilsamen Flüssigkeit eine natürliche Verrichtung und ein der Gesundheit zuträglicher Prozeß ist, so folgt unmittelbar, daß ein Nutzen des Düngens darin besteht, daß diese Funktion lebhafter von Statten geht.

Daß die Erzeugung von Lebensluft unter die vornehmsten Verrichtungen der Vegetation gehöre, ist eine durch viele Versuche unterstützte Voraussetzung. Herr Cavendish selbst nimmt an, daß die vom Dr. Ingenhousz erhaltene Lebensluft von der Zersetzung des Wassers herkomme. Ein Versuch, der von dem eben genannten Schriftsteller erzählt wird, ist besonders merkwürdig, und kann nach keiner andern, als der obigen Voraussetzung erklärt werden.

„Ich kochte, sagt er, einiges Wasser gegen zwei Stunden lang, und goß es sodann kochend in eine gläserne Kugel, die gegen 200 Kubikzoll hielt. Die Kugel wurde hierauf vollkommen geschlossen. Ehe noch das Wasser ganz kalt geworden war, that ich in die Kugel vier Kubikzoll granulirter grüner Materie, welche aus dem großen Troge in dem botanischen Garten (zu Wien) genommen, und zu wiederholten Malen in kochendem Wasser abgewaschen worden war, wobei man Sorge trug, alle Feuchtigkeit nach jedem Auswaschen auszudrücken, so daß nichts als kochendes Wasser daran zurückbleiben konnte. Nunmehr verstopfte ich die Kugel mit einem durchgebohrten Stöpsel, um dem Wasser einen Ausgang zu lassen, wenn es von der Luft gedrückt wurde, die sich aus der grünen Materie entwickeln dürfte. Die Kugel wurde nunmehr in ein Gefäß mit Quecksilber umgekehrt gesetzt, und der Sonne bloß gestellt. Die zuerst erzeugte Luft wurde von dem Wasser selbst eingesogen, das aber, da es sich bald damit gesättiget hatte, weiter nichts mehr annahm. Nach einigen Tagen hatte sich eine beträchtliche Menge Luft gesammelt." Wenn es also wahr ist, daß Wasser durch Vegetabilien zersetzt wird, so folgt, daß brennbare Luft, oder Phlogiston, eingesogen und fest wird, eine Meinung, welche sich durch Priestley's Versuche mit Holzkohle, Zwiebelschalen u. a. bestä-

tiget, denn weder er, noch Senebier, noch Ingenhousz, noch, soviel ich weiß, irgend ein andrer, hat je brennbare Luft in dem elastischen Fluidum gefunden, welches von Blättern und andern schicklichen Pflanzentheilen, wenn sie der Sonne ausgesetzt worden, erhalten wird. Die brennbare Materie, welche gewisse Vegetabilien umgiebt, ist, wie ich glaube, ein wesentliches Oel im Dampf-Zustande; und giebt irgend eine Pflanze brennbare Luft auf dem erwähnten Wege, so macht sie ohne Zweifel in andern Rücksichten sowohl als in dieser, eine besondere Ausnahme von den übrigen Gliedern dieses Reichs.

Eine andre ungleich bestimmtere und genügendere Folgerung läßt sich noch aus diesen Vordersätzen ziehen: die Menge Lebensluft, welche aus einer Pflanze entwickelt wird, zeigt zugleich die Menge ihrer Nahrung an.

Es läßt sich ferner voraussetzen, daß die Zusätze, deren sich Dr. Ingenhousz bedient, keinesweges diejenigen sind, welche die größte Wirkung erzeugen. Man kann vernünftigerweise schließen, daß die Natur in ihrem ungeheuern Vorrathe Reitzmittel besitze, die diese an Kraft weit übertreffen. Fortgesetzte Untersuchungen werden sie entdecken und uns belehren, wie sie anzuwenden sind. Denn wenn diese Grundsätze richtig sind, so werden sie sich, sobald wir im Besitze einer größern Anzahl von Thatsachen sind, sowohl auf den Garten- als Ackerbau anwenden lassen: und ich zweifle keinen Augenblick, daß mit der Zeit, wenn der Gegenstand weiter verfolgt worden ist, ein auf Gründen beruhendes System, die Pflanzen zu heilen, errichtet werden wird. Unterdessen können ermattete Bäume mit Wasser, das mit Vitriolsäure angesäuert worden, und wodurch Ingenhousz fand, daß die Erzeugung reiner Luft am wirksamsten befördert werde, gewaschen oder besprengt werden.

Es wird nunmehr niemanden schwer fallen, der über diesen Gegenstand weiter nachdenken will, andre Versuche zu erfinden, wodurch alle diese Grundsätze bestätiget oder widerlegt werden können.

Diese Lebensluft aus Pflanzen ist ein wohlthätiges Geschenk der Gottheit, um immerfort den Verbrauch davon in der Oekonomie wieder zu ersetzen. Die Pflanze saugt atmosphärische mephitische Luft ein, und giebt dafür Lebensluft. Das Leben der Menschen hingegen wird durch Lebensluft unterhalten, und er athmet dafür mephitische aus. Das animalische und vegetabilische Reich arbeiten also jedes für einander. Durch diese wechselseitigen Dienstleistungen wird die Atmosphäre ununterbrochen wieder hergestellt, und das Gleichgewicht zwischen ihren wesentlichen Bestandtheilen unterhalten.

Aus diesen Entdeckungen, sagt Sir J. Pringle, erhellet offenbar, daß keine Pflanze vergeblich wächst, sondern daß von der Eiche des Waldes bis zum Grase auf dem Felde, jede einzele Pflanze dem Menschen einen Dienst zollt, und wenn sie sich auch nicht immer durch eine eigene Kraft auszeichnet, so macht sie doch wenigstens einen Theil des Ganzen aus, wodurch unsre Atmosphäre gereiniget und verbessert wird. Hiezu wirken die geruchvolle Rose sowohl als der giftige Nachtschatten: auch giebt es kein Kraut, noch Holz in den entferntesten und unbewohnten Regionen, das nicht uns, und dem nicht gegenseitig wir nützlich würden, indem die Winde ununterbrochen zu unsrer Erleichterung, und zugleich zu ihrer Ernährung unsre verdorbene Luft ihnen zuführen. Und wenn auch zuweilen diese heilsamen Winde sich zu Stürmen und Orkanen erheben, so wollen wir doch darin die Wege eines wohlthätigen Wesens verehren, das nicht zufälligerweise, sondern mit Absicht, nicht im Zorn,

sondern aus Güte, die Wasser der Erde durch und unter einander treibt, um diejenigen faulen und pestilenzialischen Ausflüsse in die Tiefe zu vergraben, welche die Vegetabilien auf der Oberfläche der Erde nicht im Stande gewesen seyn würden einzusaugen.

Die Eigenschaften der Lebensluft sind mehr oder weniger auffallend nach Maßgabe des Grades ihrer Reinheit. Dieß hängt im Allgemeinen von den Substanzen ab, von denen sie erzeugt wird. Lebensluft aus Quecksilberkalken enthält immer eine geringe Menge Quecksilber aufgelöset. Herr Chaptal erzählet, daß zwei Personen sehr bald einen Speichelfluß bekommen hätten, als sie sich derselben wegen einiger Beschwerden auf den Lungen bedienet; desgleichen, daß, nachdem man Flaschen mit solcher Luft gefüllt, und sie sodann einer strengen Kälte ausgesetzt habe, die Seiten von einem Beschlage mit Quecksilberkalk, der äußerst fein zertheilt gewesen, verdunkelt worden wären: daß, nachdem das Bad, worüber er diese Luft gehen gelassen, erhitzt worden, er zu zwei verschiedenen Malen einen gelben Präcipitat erhalten habe. Die von Pflanzen erhaltene Luft ist nicht so rein, wie die, welche metallische Kalke geben.

Lebensluft ist schwerer als atmosphärische Luft. Ein Kubikfuß atmosphärische Luft wiegt 720 Gran, ein Kubikfuß Lebensluft 765 Gran. Herr Kirwan setzt ihre Schwere zu derjenigen der gemeinen Luft wie 1103 zu 1000.

Verschiedene Metalle, wenn sie in Salpetergeist aufgelöset werden, geben während dem Aufbrausen eine Art Luft, welche unter dem Namen der Salpeterluft bekannt ist, wovon ich in der Folge mehr sagen werde. Wenn diese Luft mit irgend einer andern elastischen Flüssigkeit, die Lebensluft enthält, gemischt wird, so verbindet sie sich

mit dieser letztern, und bildet rothe Dämpfe, welche niederfallen, und aus Salpetersäure bestehen; die Luft vermindert sich in ihrem Volumen wegen des Verlustes, und es wird daher die Salpeterluft eine Probe von der Güte der respirablen Luft.

Die Lebensluft ist die einzige Flüssigkeit, welche zum Verbrennen geschickt ist: denn wenn Körper in gemeiner Luft brennen, so ist es bloß die damit verbundne Lebensluft, welche das Verbrennen unterhält. Wenn die Lebensluft rein, und frei von andern Flüssigkeiten ist, so ist die Hitze und das Licht während dem Verbrennen sehr stark. Diese zwei Erscheinungen erfolgen wegen der schnellen Trennung des Feuers, welches sich aus dem Körper und der Lebensluft entbindet. Aus Versuchen weiß man, 1) daß kein Verbrennen ohne Lebensluft Statt findet, 2) daß bei jedem Verbrennen Lebensluft eingesogen wird, 3) daß eine Vermehrung des Gewichts in den Produkten der Verbrennung Statt findet, welches dem Gewichte der eingesogenen Lebensluft gleich seyn soll; 4) daß bei jeder Verbrennung Feuer und Licht frei werden.

Ich tauche jetzt einen angezündeten Wachsstock in eines von diesen Gefäßen, die mit Lebensluft gefüllt sind; die Flamme wird, wie Sie sehen, augenblicklich heftiger, lebhafter, leuchtender, indeß das Verbrennen um viermal mehr beschleuniget wird.

Hier ist ein Holzspan, dessen ein Ende verkohlt worden ist; ich zünde es an, und tauche es in diese Flasche mit Lebensluft; das Holz, sehen Sie, brennt sogleich an, und verbrennt mit erstaunenswürdiger Geschwindigkeit. Erinnern Sie sich hier des brillianten Versuchs vom Dr. Ingenhouß, als wir Eisendraht in Lebensluft verbrannten.

Herr Lavoisier machte sich einen schicklichen Apparat, sowohl um die Menge der Lebensluft zu bestimmen, welche eingebracht wird, als auch derjenigen, welche während dem Versuche verzehrt wurde. In diesen Apparat that er etwas Phosphorus, und nachdem alles gehörig eingerichtet worden, zündete er den Phosphorus vermittelst eines Brennglases an, wo denn das Verbrennen außerordentlich schnell erfolgte, begleitet von einer hellen Flamme und sehr viel Hitze. Beim Anfange dieses Versuchs hängte sich eine große Menge weißer Flocken an die innere Oberfläche der Kugel, so daß sie endlich ganz davon verdunkelt wurde. Die Menge dieser Flocken ward endlich so groß, daß, obschon frische Lebensluft immerfort zugelassen wurde, welche doch das Verbrennen befördert haben sollte, dem ohnerachtet der Phosphorus bald auslöschte.

Nachdem der Apparat ganz abgekühlet war, so bestimmte er zuerst die Menge Lebensluft, die verbraucht worden war, und wog die Kugel genau, ehe sie geöffnet wurde. Er wusch sodann, trocknete und wog die kleine Menge Phosphorus, welche in dem Becher zurückblieb; dieser Ueberrest war von einer gelben Ockerfarbe. Nach diesen verschiedenen Verrichtungen bestimmte er 1) das Gewicht des Phosphorus; 2) das Gewicht der Flocken, welche durch das Verbrennen erzeugt worden; 3) das Gewicht der Lebensluft, die sich mit dem Phosphorus verbunden. Das Resultat zeigte, 1) daß der Phosphorus während seiner Verbrennung eher mehr als anderthalb Mal sein Gewicht Lebensluft eingesogen habe; 2) daß das Gewicht der erzeugten neuen Substanzen genau die Summe der Gewichte des verzehrten Phosphorus und der verbrauchten Lebensluft betrüge.

Ich habe Ihnen gesagt, daß Phosphorus durch das Verbrennen in eine außerordentlich leichte, weiße, flockige

Materie verwandelt ward; seine Eigenschaften sind durch die Umbildung ganz verändert. Statt daß er vorher im Wasser unauflösbar war, ist er nun nicht nur darin auflöslich, sondern selbst so gierig nach Feuchtigkeit, daß er die Feuchtigkeit aus der Luft mit außerordentlicher Schnelligkeit anzieht, wodurch er dann in eine dichtere und specifisch schwerere Flüssigkeit als Wasser verwandelt wird. Der Phosphorus hatte vor dem Verbrennen kaum einen merklichen Geschmack, allein vermittelst seiner Vereinigung mit der Lebensluft erlangt er einen außerordentlich scharfen und sauern Geschmack; mit einem Worte aus der Klasse der verbrennlichen Körper wird er in eine unverbrennliche Substanz verwandelt, und bildet die Art Körper, die man Säuren nennt.

Verschiedene andre verbrennliche Substanzen werden gleichfalls auf diese Art durch die Vereinigung mit Lebensluft in Säuren verwandelt. Die französischen Schriftsteller nennen daher jede Verbindung der Lebensluft mit einer verbrennlichen Substanz Oxygenisirung (oxigenation).

Der Schwefel ist eine verbrennliche Substanz, oder mit andern Worten, er ist ein Körper, welcher ein Vermögen besitzt, die Lebensluft zu zersetzen, indem er von derselben das Feuer trennt, womit sie verbunden war. Es läßt sich dieses leicht durch Versuche beweisen, die den vorhergehenden ähnlich sind, obschon die Resultate nicht mit der nämlichen Genauigkeit erhalten werden können, weil die Säure, welche durch das Verbrennen entsteht, nicht leicht verdichtet wird, indem der Schwefel nicht so leicht wie der Phosphorus brennt, und von verschiedenen Gasarten aufgelöset werden kann. Herr Lavoisier behauptet demohnerachtet, daß er durch seine Versuche beweisen könne, daß Schwefel während dem Verbrennen Lebensluft

einsauge (oder genauer das darin enthaltene Wasser): daß die erhaltene Säure beträchtlich schwerer sey, als der verbrannte Schwefel; daß ihr Gewicht gleich sey der Summe der Gewichte des Schwefels, welcher verbrennt worden ist, und der Lebensluft, welche eingesogen worden; und endlich, daß diese Säure schwer, unverbrennlich und mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar ist.

Die Kohle zersetzt gleichfalls die Lebensluft, indem sie den Grundstoff des Feuers einsaugt; die Säure, welche durch dieses Verbrennen entsteht, läßt sich bei der gemeinen Temperatur und bei dem gewöhnlichen Drucke unsrer Atmosphäre nicht verdichten, sondern sie bleibt in Gas-Gestalt, und erfordert eine große Menge Wasser, um damit verbunden oder darin aufgelöset zu werden. Uebrigens besitzt sie die Eigenschaft aller andern Säuren, obschon in einem schwächern Grade. Diese luftähnliche Säure wurde von dem Chemisten, der zuerst einige ihrer Eigenschaften entdeckte, fixe Luft genannt.

Herr Lavoisier behauptet, es sey leicht zu beweisen, daß alle Säuren durch das Verbrennen gewisser Substanzen entstehen; daß der schwere Theil der Lebensluft ein ihnen allen gemeinschaftliches Element sey, und daß von verschiedenen Säuren Lebensluft sehr leicht erhalten werden könne.

Die Lebensluft wird von ihrem Feuer durch Metalle getrennt, wenn sie bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden; dem zufolge haben alle metallische Körper, Gold, Silber und Platina allein ausgenommen, die Eigenschaft, die Lebensluft zu zersetzen, und die Grundlage *) des Feuers, mit welchem sie verbunden war, anzuziehen. Ich

*) Die ponderable oder schwere Grundlage ist Wasser.

habe Ihnen bereits gezeigt, auf welche Art diese Zersetzung vermittelst Quecksilber und Eisen Statt findet: die erstere ist eine sehr allmähliche Verbrennung, die letztere ist sehr schnell, und wird von einer außerordentlich lebhaften Flamme begleitet. Die Hitze wird bei diesen Operationen angewendet, um ihre Theilchen zu trennen, und ihren Zusammenhang loser zu machen.

Die absolute Schwere der metallischen Substanzen wird nach Verhältniß der Menge an Lebensluft vermehrt, die sie einsaugen; zu gleicher Zeit verlieren sie ihren metallischen Glanz, und werden in eine erdigte zerreibliche Materie verwandelt.

Die Metalle wirken nicht so mächtig auf die Lebensluft, um sie ganz von ihrem Feuer zu trennen, und dieß hält man für die Ursache, warum sie nicht wie der Schwefel, der Phosphor und die Kohle in Säuren verwandelt werden, sondern in eine Zwischensubstanz, die, ob sie schon der Natur der Salze sich nähert, doch nicht alle salinische Eigenschaften erlangt hat. Die alten Chemisten geben den Metallen in diesem Zustande den Namen des Kalks; die französischen Chemisten hingegen bedienen sich dafür des Worts Oxyd.

Die Lebensluft, sagt man, mache beinahe den dritten Theil unsrer Atmosphäre aus, und sey solchemnach eine der reichlichsten Substanzen in der Natur. Alle Thiere und Vegetabilien leben und wachsen in diesem unermeßlichen Magazine von Lebensluft, und von ihr kommt der größere Theil dessen, was bei Versuchen angewendet wird. Die Verwandtschaft dieses Elements und andrer Substanzen ist so groß, daß sie niemals frei von aller Verbindung damit erhalten werden kann.

Um eine Substanz zu oxygeniren, oder mit Lebensluft zu verbinden, ist es erforderlich, daß die Theile der

Substanz eine größere Verwandtschaft zu der Lebensluft haben, als zu irgend einer andern. Dieß kann in gewissem Grade durch die Kunst bewerkstelligt werden; denn indem wir sie erhitzen, oder Feuer in ihre Zwischenräume bringen, vermindern wir den Zusammenhang ihrer Theilchen. Der Grad der Wärme, unter welchem die Oxygenation Statt findet, ist in verschiedenen Körpern verschieden. Viele Körper verbinden sich mit der Lebensluft, wenn sie der Luft der Atmosphäre bei einem gewissen Grade der Temperatur ausgesetzt werden. In Rücksicht des Bleies, des Quecksilbers und des Zinns ist wenig mehr erforderlich, als die mittlere Temperatur der Erde; allein Eisen und Kupfer, wenn der Operation keine Beihülfe durch Feuchtigkeit geschieht, verlangen einen größern Grad von Wärme.

Die Oxygenation findet zuweilen sehr schnell Statt, und ist mit sehr merklicher Wärme, Licht und Flamme vergesellschaftet; auf diese Art geschieht das Verbrennen des Phosphorus in atmosphärischer Luft, und des Eisens in der Lebensluft. Diejenige des Schwefels ist weniger schnell, indeß diejenige des Bleies, des Zinnes und der meisten Metalle nur sehr langsam erfolgt, so daß folglich die Entwickelung des Feuers, und noch mehr des Lichts, kaum merkbar ist.

Die Verwandtschaft einiger Substanzen mit der Lebensluft ist so stark, und sie verbinden sich bei so niedrigen Graden der Temperatur, daß wir sie niemals in ihrem unoxygenirten Zustande erhalten können. Dieß ist der Fall mit der muriatischen Säure. Außerdem giebt es noch andre Mittel, um einfache Substanzen mit Lebensluft zu verbinden; in Rücksicht dieser aber muß ich Sie auf die Schriften der Herren L a v o i s i e r, M o r v e a u u. a. m. verweisen.

Lebensluft ist besonders zum Athemholen erforderlich; die Thiere leben darin eine ungleich längere Zeit, als sie bei der nämlichen Menge atmosphärischer Luft leben würden.

Der Graf **Morozzo** brachte nach und nach vollkommen ausgewachsene Sperlinge unter einen gläsernen Recipienten, den er über Wasser gestürzt hatte. Er ward Anfangs mit atmosphärischer, und sodann mit Lebensluft gefüllt. So fand er

1) daß in atmosphärischer Luft	Stund.	Min.
der erste Sperling lebte	3	0
der zweite		3
der dritte		1

Das Wasser stieg in den Gefäßen acht Linien während dem der erstere lebte, viere während dem Leben des zweiten, und der dritte verursachte gar kein Einsaugen.

2) In der Lebensluft lebte	Stund.	Min.
der erste Sperling	5	23
der zweite	2	10
der dritte	1	30
der vierte	1	10
der fünfte		30
der sechste		47
der siebente		27
der achte		30
der neunte		22
der zehnte		21

Aus diesen Versuchen können wir schließen, 1) daß ein Thier in Lebensluft länger als in der atmosphärischen lebt; 2) daß ein Thier in einer Luft leben kann, worin ein andres gestorben ist; 3) daß unabhängig von der Luft, einige Rücksicht auf die Beschaffenheit des Thiers

genommen werden muß. Der sechste Sperling lebte 47 Minuten, der fünfte aber nur 30 Minuten. 4) Daß entweder eine Einsaugung der Luft oder eine Erzeugung einer neuen Art von Luft Statt findet, welche von dem Wasser eingesogen wird, so wie es steigt.

Die Lebensluft ist daher diejenige Flüssigkeit, die im Stande ist, das Leben der Thiere zu unterhalten; und zum Leben wird eine große Menge Feuer nothwendig erforderlich. Die Lebensluft verbindet sich sogleich mit der mephitischen oder fixen Luft in dem Blute und den Lungen, und so wird ein Theil ihres Feuers in Freiheit gesetzt, welches zur Erhaltung des Lebens dient. Der andere Theil verbindet sich mit der mephitischen Luft, und macht das sogenannte azotische Gas, oder die phlogistisirte Luft. Es ist die Verwandtschaft zwischen der mephitischen und der Lebensluft, welche die Lebensluft zum Athemholen geschickt macht; keine Grundlage irgend einer andern elastischen Flüssigkeit besitzt die nämliche Eigenschaft. Die Lebensluft erfüllt zwei Absichten, die zu unsrer Erhaltung gleich erforderlich sind. Sie entfernt aus dem Blute die überflüssige mephitische Luft, welche nachtheilig seyn würde, und giebt Feuer, um die ununterbrochne Verminderung desselben, welcher unser Körper unterworfen ist, zu ersetzen.

Man hat lange gewußt, daß die Thiere ohne Beihülfe der Luft nicht leben können. Denn obschon die Phänomene, die sich beim Athemholen ereignen, in den neuern Jahrhunderten nur sehr unvollkommen bekannt gewesen sind, so hatten doch die Alten ungleich genauere Begriffe davon. Sie eigneten der Luft einen Grundstoff zu, der im Stande wäre, das Leben zu erhalten, und nannten ihn pabulum vitae. Auch wußten sie, daß es eine auffallende Aehnlichkeit zwischen der Flamme eines

Lichts und dem Lebensprincip in einem thierischen Körper Statt findet. So haben ferner die Physiker darüber gestritten, was einige der Alten unter dem von ihnen sogenannten Biolychnus (Lebens-Licht) im Blute verstanden haben. Bartholin sagt, daß das animalische Feuer in dem Herzen durch ein abwechselndes Anblasen aus den Lungen unterhalten werde, so wie eine gewöhnliche Flamme vermittelst der Luft aus einem Blasebalge aufgefrischt wird; und daß, wenn dieser Luftstrom aus den Lungen aufhört, auch das Leben nothwendig aufhöre, so wie das Feuer ohne Luft verlöscht. So waren auch die Alten der Meinung, daß ein Theil der Luft, die durch die Lungen eingezogen wird, wirklich in die Arterien übergehe; und man glaubt, daß die Arterien ihren Namen von der Luft oder dem Geiste, den sie nebst dem Arterien-Blute umfassen, erhalten haben.

Der Dampf, welcher durch das Athemholen aus den Lungen gestoßen wird, ist eine Mischung von phlogistisirter, fixer, und von Lebensluft. Wenn der Dampf, welcher aus den Lungen kommt, durch Kalkwasser geleitet wird, so macht er dieses trübe; wird er von der Tinktur der Sonnenblume aufgenommen, so färbt er diese roth, und wird ein Alkali dazu genommen, so entsteht ein Aufbrausen.

Wenn der vorhergehende Prozeß alle fixe Luft eingesogen hat, so besteht der Ueberrest aus phlogistisirter und aus Lebensluft. Die Gegenwart der Lebensluft entdeckt man vermittelst der Salpeterluft. Die Luft, worin Herr Chaptal fünf Sperlinge hatte sterben lassen, gab 1700 Theile Lebensluft. Da die ausgeathmete Luft solchergestalt ihrer Lebensluft und ihrer fixen Luft beraubt wurde, so war der Ueberrest phlogistisirte Luft. Thiere, welche sich von Kräutern und Körnern nähren, sagt

man, verderben die Luft weniger als fleischfressende Thiere.

Ein Theil der Luft wird bei dem Athemholen eingesaugt. Dr. Jurin sagt, daß ein Mensch bei seinem gewöhnlichen Athemzuge 40 Kubikzolle Luft einathme; daß er aufs höchste 220 Zoll einnehmen könne, daß aber jederzeit ein Theil eingesogen werde. Dr. Hales nimmt an, daß der 136ste Theil der eingeathmeten Luft eingesogen werde. Da nun ein Mensch zwanzigmal innerhalb einer Minute Athem holt, und 40 Kubikzolle Luft während jedem Einathmen einzieht, so beträgt dieß innerhalb einer Stunde 48,000, welche durch 136 dividirt, 353 Zoll Luft geben, die während einer Stunde eingesogen und zerstört werden. Aus noch ungleich genauern Versuchen schließt Herr de la Metherie, daß 360 Kubikzoll Lebensluft in einer Stunde eingesogen werden. Diese Thatsachen zeigen, wie leicht die Luft, wenn sie nicht erneuert wird, durch das Athemholen verpestet wird, und warum die Luft der Theater und enger mit Leuten angefüllter Oerter so ungesund ist.

Eine Menge von Thatsachen beweisen, daß die hochrothe Farbe, die das Blut in den Lungen annimmt, von der Lebensluft, die sich damit verbindet, herrührt, und die erste Wirkung der Berührung, der Einsaugung und der Verbindung der Lebensluft mit dem Blute ist. Wenn dunkles Venenblut einer reinen Atmosphäre ausgesetzt wird, so erhält die Oberfläche eine hochrothe Farbe, ein Umstand, welchen man täglich bemerken kann, wenn Blut in einer Schale der Luft ausgesetzt wird. Luft, welche mit dem Blute in Berührung geblieben ist, löscht Lichter aus, und schlägt Kalkwasser nieder; Luft, welche in eine gemeßne Länge einer Vene zwischen zwei Ligaturen injicirt worden, giebt dem Blute eine hohe Farbe. Das Blut,

welches aus den Lungen zurückkommt, ist von einer höhern Farbe. Daher entsteht die Höhe der Farbe des Arterienbluts in Vergleichung mit dem Venenblute.

Herr Thouvenel soll gezeigt haben, daß durch Hinwegnehmung der mit dem Blute in Berührung stehenden Luft, das Blut wieder dahin gebracht werden kann, daß es seine Farbe verliert. Blut, welches in einen luftleeren Raum gesetzt wurde, blieb schwarz, allein es nahm eine schöne cochenillrothe Farbe an, sobald als es der Luft ausgesetzt ward. Diese und noch viele andere Thatsachen zeigen, daß die hochrothe Farbe des Bluts ganz von der Luft herrühre.

Die zweite Wirkung des Athemholens ist, einen Sammelpunkt, ein Magazin der Wärme in den Lungen zu errichten; ein Umstand, welcher der Meinung derjenigen ganz entgegen ist, welche die Lungen als eine Art von Blasebalg, und bloß bestimmt, den menschlichen Körper abzukühlen, betrachteten.

Die Wärme jeder Gattung von Thieren steht im Verhältnisse mit der Größe ihrer Lungen. Thiere mit kaltem Blute haben bloß ein Herzohr und eine Herzkammer.

Alle Persönen, welche Lebensluft geathmet haben, stimmen darin überein, daß sie eine sanfte belebende Wärme den Lungen mittheile, die sich nach und nach von der Brust bis zu allen Theilen des Körpers verbreite.

Die vorhergehende, und viele andere Thatsachen vereinigen sich, zu beweisen, daß wirklich ein Sammelpunkt der Wärme in den Lungen zugegen ist, welcher durch die eingeathmete Luft ersetzt und unterhalten werde.

Erwiesen ist, daß bei dem Athemholen Lebensluft eingesogen wird. Das Athemholen ist eine Operation, wodurch Lebensluft beständig aus dem luftförmigen in einen konkreten Zustand übergeht, und folglich ununterbrochen das Feuer verläßt, wodurch es in einem gasartigen Zustande erhalten wird.

Die bei jedem Einathmen erzeugte Wärme scheint daher von dem Volumen der Lungen, ihrer Wirksamkeit, der Reinheit der Luft, der Schnelligkeit u. s. f. der Einathmungen abzuhängen.

Mehr Wärme wird folglich im Winter erzeugt, weil dann die Luft mehr verdichtet ist, und mehr Lebensluft unter dem nämlichen Volumen, folglich mehr Wärme den Bewohnern kälterer Gegenden mittheilt. Durch diese Einrichtung der gütigen Vorsehung wird der Kälte dieser Gegenden beständig das Gleichgewicht gehalten.

Nach Herrn Chaptal sind die Lungen asthmatischer Personen weniger im Stande diese Luft zu verarbeiten, und athmen daher eine weniger verdorbne Luft aus. Ihr Temperament ist aus dieser Ursache kalt, und ihre Lungen schwinden immer mehr zusammen. Solche Kranke finden sich sehr erleichtert, wenn sie Lebensluft einathmen.

Zufolge dem, was ich bisher erwähnt habe, werden Sie gefunden haben, daß die Erscheinungen des Athemholens denjenigen des Verbrennens ähnlich sind. Dr. Crawford hat diesen Satz zuerst aufgestellt und deutlich gezeigt, daß die animalische Wärme einer der Hauptvortheile ist, die von dem Athemholen entspringen; daß wenn das Blut von allen Theilen des Körpers wieder zu den Lungen zurückkommt, es eine Menge seines Feuers verloren, und eine schädliche Eigenschaft angenommen habe; daß es in den Lungen auf atmosphärische Luft

stoße; daß es aus der Lebensluft, die sie enthalte, das Feuer einsauge, und der Luft, welche zurückbleibt, seine Unreinigkeit mittheile; daß, nachdem das Blut solchergestalt die Luft, die in den Lungen enthalten ist, eines Theils ihres Feuers beraubt, und die zurückgebliebene mercklich erwärmt habe, diese Luft ausgestoßen und frische Luft eingenommen werde, um den nämlichen Prozeß zu erdulden.

Die Menge der Luft, welche durch einen Menschen innerhalb einer Minute verändert wird, wird derjenigen gleichgefunden, welche vermöge eines Lichts in dem nämlichen Zeitraume verändert wird; daher zieht ein Mensch beständig eben so viele Wärme aus der Luft, als durch das Brennen eines Lichts erzeugt wird.

Man hat sich der Lebensluft mit großem Vortheile bei Krankheiten des menschlichen Körpers bedient. Chaptal sagt, daß sie von Lungensüchtigen mit großer Erleichterung eingesogen worden sey. Er ist zwar weit entfernt, sie als ein spezifisches Mittel anzusehen, und hält es sogar für bedenklich, sie anzuwenden; allein da sie den Kranken sehr erheitert und keine geringe Erleichterung verschafft, so betrachtet er sie gleichwohl als ein sehr vorzügliches Mittel in verzweifelten Fällen, weil sie gleichsam Blumen an den Rand des Grabes streut, und so auf die sanfteste Art uns gegen die letzte fürchterliche Anstrengung des natürlichen Lebens rüstet.

Von der phlogistisirten Luft, dem azotischen Gas, der Stickluft, oder atmosphärischen mephitischen Luft.

Diese Luft wird für denjenigen Theil der Atmosphäre gehalten, der zum Athemholen nicht geschickt ist. Dr.

Priestley hält sie für eine durch das Phlogiston veränderte Luft, welches von Körpern während dem Verbrennen, oder bei andern phlogistischen Prozessen entwickelt worden ist. Indessen glaubt man gegenwärtig, daß sie in der Atmosphäre vollkommen für sich bestehe, und der Ueberrest derselben sey, wenn diese ihrer Lebensluft beraubt worden. Herr Lavoisier nennt sie das azotische Gas, weil sie die Eigenschaft hat, solche Thiere zu tödten, die darin Athem holen. Das Wort selbst ist aus dem Griechischen entlehnt von der beraubenden Partikel α und ζωη Leben.

Dieses Element befindet sich jederzeit in einem gasartigen Zustande bei dem gewöhnlichen Drucke, und der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, und bis jetzt ist noch kein Grad von Kälte oder Druck im Stande gewesen, sie entweder in fester oder tropfbarer Form herzustellen.

Sie ist der Rückstand bei der Verbrennung, dem Athemholen der Thiere, und der Faulung, weil in allen diesen Fällen ein Einsaugen der Lebensluft Statt findet. Beim Athemholen verläßt ein Theil des Feuers die Lebensluft, um das Leben zu erhalten, indeß der Ueberrest sich mit einem Theile des Bluts verbindet, und fixe Luft wird, welche dann nebst der phlogistisirten Luft ausgeathmet wird.

Man kann dieses Gas auf verschiedene Art rein erhalten, worunter das Verfahren des Herrn Scheele am meisten angewendet wird, und darin besteht, daß man Schwefelleber im flüssigen Zustande einer gegebenen Menge atmosphärischer Luft unter einem gläsernen Recipienten aussetzt; so saugt der Schwefel nach und nach die Lebensluft ein, wo, wenn das Einsaugen vollkommen geschehen ist, die phlogistisirte Luft rein zurückbleibt. Herr Ber-

thollet erhielt sie aus dem Fleische der Muskeln, oder aus dem faserigen Theile der Blutkügelchen, indem er es mit Salpetersäure in dem pnevmatischen Apparate gut wusch; denn der Grundstoff dieses Gas macht einen Bestandtheil des Fleisches aus, und dient dazu, es zu animalisiren. Die animalischen Substanzen, deren man sich hiezu bedient, müssen frisch seyn, denn wenn sie bereits in Fäulniß übergegangen sind, so geben sie eine mit phlogistisirtem Gas vermischte fixe Luft. Durch andre Mittel, als das Verkalken der Metalle, das Ranzigwerden des Oels, das Verbrennen, wird die Lebensluft der Atmosphäre eingesaugt, und der Rückstand ist dieses Gas. Herr Fourcroy entdeckte, daß die Blasen der Karpfen voll davon sind, und daß man sie solchergestalt leicht erhalten könne, wenn man diese unter Gefäßen zerplatzt, die mit Wasser gefüllt worden sind.

Sie ist leichter als die atmosphärische Luft. Wenn das Barometer auf 30, 46, und das Thermometer auf 60 steht, so ist die Schwere der phlogistisirten Luft zu der gemeinen Luft wie 985 zu 1000. Sie können sich leicht davon überzeugen, daß sie leichter als gemeine Luft sey, wenn Sie zu dieser Absicht drei oder vier angezündete Wachskerzen von verschiedener Höhe, unter diesen Recipienten setzen, welcher voll von gemeiner Luft ist, und wo die Luft nicht erneuert werden kann. Bei diesem Versuche werden Sie finden, daß nach Verhältniß, als die Lebensluft zersetzt wird, die Lichter auslöschen, und zwar das höchste zuerst: ein hinreichender Beweis, daß dieses Gas den leichtesten Theil der Luft ausmacht.

Phlogistisirte Luft, wenn sie rein ist, hat weder Geschmack noch Geruch.

Sie ist im Wasser entweder gar nicht auflösbar, oder doch wenigstens nur in einem sehr geringen Grade.

Ich habe hier eine lange gläserne Röhre in gleiche Theile abgetheilt, und diese Maße mit einem Diamante emgerissen. Ich will jetzt zwei Abtheilungen oder Maße phlogistisirtes Gas in diese Röhre bringen, und sie hierauf stark im Wasser schütteln; Sie sehen, daß nach diesem Schütteln das Volumen der Luft sich nicht merklich vermindert hat.

Dieses Gas äußert keine Merkmale von Säure; auch röthet es die blaue Farbe der Vegetabilien nicht. Hier ist eine Röhre, welche bloß mit phlogistisirter Luft gefüllt worden ist. Ich bringe jetzt in dieselbe eine kleine Menge von der Tinktur der Sonnenblume, die mit Wasser verdünnt worden, und Sie sehen, daß die Farbe dieselbe bleibt, und von dem Gas keine Veränderung erleidet.

Phlogistisirte Luft schlägt den Kalk aus dem Kalkwasser nicht nieder. Ich bringe hier eine kleine Menge Kalkwasser in eine Röhre, die mit diesem Gas gefüllt worden, und Sie sehen, daß es helle bleibt, und kein Niederschlag erfolgt.

Sie ist zum Athemholen sowohl als zum Verbrennen ganz untauglich; ein Thier erstickt in derselben bald, und ein Licht löscht darin sogleich aus.

Die Pflanzen leben und wachsen in dieser Luft, und machen sie wieder zum Athemholen geschickt, denn da die Vegetabilien das Wasser zersetzen, so trennen sie von ihm die Lebensluft, welche, wenn sie sich mit diesem Gas vermischt, die atmosphärische Luft bildet; 72 Theile dieses Gas mit 28 Theilen Lebensluft vermischt, geben eine Luft, die der atmosphärischen gleich ist.

Dieses Gas vermischt sich mit andern Luftarten, ohne sich jedoch mit ihnen zu vereinigen; Salpetersäure saugt sie ein, und wird dadurch rauchend. Herr Caven-

dish hat gezeigt, daß wenn man drei Theile des azotischen Gas mit sieben Theilen Lebensluft (dephlogistisirter Luft, die ohne Salpetersäure bereitet war) mischt, und hernach elektrische Funken hineinschlagen läßt, die Luft nach und nach verdichtet werde, und Salpetersäure erzeuge.

Beinahe jede Luft oder jedes Gas läßt sich in phlogistisirte Luft verwandeln. Wird Lebensluft von glühender Kohle eingesogen, und durch Eintauchen der Kohle in Wasser sodann wieder ausgetrieben, so wird sie in phlogistisirte Luft verwandelt. Eine Mischung von einem Theile Lebensluft und zwei Theilen brennbarer Luft, die man einige Zeit zusammen stehen gelassen hatte, enthielt eine Menge phlogistisirter Luft. Salpeterluft wird auf verschiedene Art in phlogistisirte Luft verwandelt, unter andern z. B. wenn man elektrische Funken hineinschlagen läßt, oder wenn sie durch Kohle eingesogen und wieder daraus getrieben wird.

Herr Bertholet hat entdeckt, daß es eine Verbindung dieser Luft mit brennbarer Luft sey, die den Salmiak bildet, der von animalischen Substanzen durch die Wirkung des Feuers und durch Fäulung erhalten wird; und daß Pflanzen, welche durch Destillation das nämliche Salz geben, es aus dem Grunde geben, weil sie dieses Gas enthalten, daher sie billigermaßen den Namen animalischer Pflanzen verdienen, wie sie auch von einigen Chemisten genennt worden sind. Fourcroy hat gefunden: 1) daß von thierischen Materien die fibrössen Theile am häufigsten dieses Gas vermittelst der Salpetersäure geben: wenn die Salpetersäure auf das Fleisch, oder auch auf andre Theile der animalischen Substanzen wirkt, so wird die elastische Flüssigkeit, welche zuerst und am häufigsten entwickelt wird, phlogistisirte Luft seyn;

2) daß nach der Fäulung sie keine phlogistisirte Luft mehr enthalten, sondern daß sie alsdann im Stande sind, eine beträchtliche Menge Ammoniak zu geben.

Von der atmosphärischen Luft, und ihrer Theilung in zwei elastische Flüssigkeiten, die respirable und irrespirable.

Aus den vorhergehenden Vorlesungen erhellt, daß unsre Atmosphäre aus einer Mischung von jeder Substanz bestehet, welche im Stande ist, den gasartigen oder luftförmigen Zustand bei der gewöhnlichen Temperatur, und dem gewöhnlichen Drucke zu behaupten; daß diese Flüssigkeiten eine gewissermaßen homogene Masse bilden, die sich von der Oberfläche der Erde bis zur größten Höhe, die wir bisher erreichen können, erstreckt, und deren Dichtigkeit beständig in dem umgekehrten Verhältnisse des aufliegenden Drucks wächst, ob es indessen schon möglich ist, daß diese erste Schicht von verschiedenen andern, die aus verschiedenen Flüssigkeiten bestehen, überstiegen wird.

Die neuern Chemisten haben sich bemühet, durch Versuche die elastischen Flüssigkeiten zu bestimmen, aus welchen die untere Schicht, worin wir leben, bestehe. Es giebt zweierlei Arten, die Bestandtheile der Körper zu bestimmen, das Verfahren der Zergliederung, und dasjenige der Zusammensetzung. Wenn Sie z. B. durch Verbindung des Wassers mit Alkohol, die Flüssigkeit erzeugen, die unter dem Namen Brandtwein oder Weingeist bekannt ist, so haben Sie ein vollkommenes Recht zu schließen, daß Brandtwein oder Weingeist aus Alkohol bestehe, der mit Wasser verbunden worden. Das

nämliche Resultat kann auch nach dem analytischen Verfahren erhalten werden.

Herr Lavoisier hat die atmosphärische Luft auf diese Art untersucht, und sich dem zufolge bemühet, ihre Natur durch Zersetzen und Wiedererzeugung zu erforschen. Ich werde daher hier einige seiner wichtigen Versuche anführen. Er nahm eine Retorte, welche ohngefähr 36 Zoll enthielt; der Hals derselben war so gebogen, daß er auf einen Ofen gelegt und doch auch unter den gläsernen Recipienten gebracht werden konnte, der in einem Gefäße mit Quecksilber stand. In die Retorte wurden vier Unzen Quecksilber gegossen, und aus dem Recipienten wurde die Luft vermittelst eines Saugrohrs gezogen, so daß das Quecksilber darin sich bis zu einer gewissen Höhe hob, welche vermittelst eines Streifen Papier genau angemerkt wurde. Nachdem man die Höhe des Barometers und Thermometers genau bemerkt hatte, ward in dem Ofen Feuer angezündet, und zwölf Tage lang beständig fort unterhalten, so daß dadurch das Quecksilber beinahe immer auf dem Siedpunkte erhalten wurde.

Während dem ersten Tage wurde man nichts besonders Merkwürdiges gewahr: das Quecksilber, ob es schon nicht kochte, dampfte doch beständig aus, und bedeckte die innere Oberfläche des Gefäßes mit kleinen Tropfen, die Anfangs sehr klein waren, allmählich aber an Größe zunahmen, und in die Masse am Boden des Gefäßes wieder zurückfielen.

Am zweiten Tage erschienen kleine rothe Partikelchen auf der Oberfläche des Quecksilbers, welche in den vier oder fünf folgenden Tagen immerfort sowohl an Größe als an Menge zunahmen, nachher aber gänzlich in beiden Rücksichten zu wachsen aufhörten. Nach Verlauf von zwölf Tagen, da die Verkalkung des Quecksilbers still

stand, wurde das Feuer ausgelöscht, daß die Gefäße abkühlen konnten.

Das Volumen der Luft in dem Bauche und in dem Halse der Retorte sowohl als in dem Recipienten betrug, nach einem Mittel von 78 Zoll des Barometers, und 54 Grad des Thermometers reducirt, zu Anfange des Versuchs 50 Kubikzolle; allein zu Ende des Versuchs war die übrige Luft bei dem nämlichen Mittel des Drucks und der Temperatur bloß zwischen 42 und 43 Kubikzoll; folglich hatte sie gegen fünf Sechstheile ihres Volumen verloren. Die rothen Partikelchen wurden nachher gesammelt, und wogen 45 Gran.

Die Luft, welche nach der Verkalkung des Quecksilbers bei diesem Versuche zurückblieb, und die auf fünf Sechstheile ihres vorigen Volumen vermindert worden, war ferner nicht mehr zum Athemholen oder zum Verbrennen geschickt; Thiere, welche in dieselbe gesetzt wurden, starben in wenigen Sekunden, und wenn man einen Wachsstock in dieselbe hielt, so wurde er sogleich ausgelöscht, als ob er in Wasser getaucht worden wäre.

Herr Lavoisier nahm nunmehr die 45 Gran der rothen während dem Versuche entstandnen Materie, und that sie in eine gläserne Retorte mit dem erforderlichen Apparate, um die flüssige oder luftähnliche Flüssigkeit aufzunehmen, die ausgezogen werden dürfte. Nachdem er der Retorte in einem Ofen Feuer gegeben, so bemerkte er, daß nach Verhältniß, als die rothe Materie erhitzt wurde, die Farbe sich erhöhete. Als die Retorte beinahe rothheiß war, so fieng die rothe Materie nach und nach an, sich in ihrem Volumen zu vermindern, und in wenig Minuten verschwand sie nachher ganz; zu gleicher Zeit sammelten sich $41\frac{1}{2}$ Gran flüssiges Quecksilber, und sieben oder acht Kubikzoll einer elastischen Flüssigkeit, die un-

gleich mehr geschickt war, das Verbrennen sowohl als das Einathmen zu unterhalten, als die atmosphärische Luft. Ein Wachsstock brannte darin mit einem blendend hellen Glanze; eine Kohle, anstatt ruhig zu verbrennen, wie es in gemeiner Luft der Fall ist, brannte mit einer Flamme, die ein knisterndes Geräusch verursachte, und gab ein so glänzendes Licht, daß das Auge es kaum aushalten konnte.

Wenn Sie über diesen Versuch nachdenken, so werden Sie sogleich einsehen, daß das Quecksilber während seinem Verkalken den reinen und respirablen Theil der Luft einsaugt, und daß der übrigbleibende Theil eine Art von mephitischer Luft ist, die ferner nicht vermögend ist, das Verbrennen oder das Athemholen zu befördern; folglich, daß die atmosphärische Luft aus zwei elastischen Flüssigkeiten bestehe, welche verschiedene und einander entgegengesetzte Eigenschaften besitzen. Ein Beweis davon ist, daß wenn diese zwei Flüssigkeiten wieder vereiniget werden, d. i. die 42 Kubikzoll Stickluft oder phlogistisirte Luft, mit den acht Kubikzoll Lebensluft, man eine Luft erhält, die ganz der atmosphärischen ähnlich ist, und beinahe die nämliche Kraft besitzt, nämlich das Verbrennen und das Athemholen zu unterhalten.

Da während dem Verkalken des Quecksilbers Luft zersetzt, und der Grundstoff des respirablen Theils fix und mit dem Quecksilber verbunden wird, so folgt nach dem, was bereits in unsern Vorlesungen darüber gesagt worden ist, daß Feuer und Licht während dem Prozesse entwickelt werden müssen; allein es ist bei diesem Versuche aus folgenden Gründen nicht merkbar: da das Verkalken verschiedene Tage dauert, so ist des Feuers und Lichts, welches in einer so langen Zeit sich entwickelt, für jeden

besondern augenblicklichen Zeittheil so außerordentlich wenig, daß es nicht bemerkt werden kann und überdieß noch mit demjenigen vermengt wird, was von dem Ofen kommt.

Es ist gleichwohl sehr leicht, diese Entwickelung des Feuers und Lichts den Sinnen darzustellen, wenn man es solchergestalt einrichtet, daß die Zersetzung der Luft auf eine ungleich schnellere Art erfolgt. Zu dieser Absicht ist das Eisen sehr geschickt, und ich verweise Sie daher auf den so merkwürdigen Versuch des Dr. Ingenhouß, dessen ich in einer unsrer vorhergehenden Vorlesungen erwähnte. Sie werden sich gewiß noch erinnern, daß in dem Augenblicke, als der angezündete Schwamm mit der Lebensluft in Berührung kam, der Eisendraht Feuer faßte, und schnell wie ein Feuerwerk verbrannte. Wenn alles nach dem Verfahren des Herrn Lavoisier eingerichtet und behandelt wird, so schmelzt der ganze Draht bis auf den letzten Theil; die Eisenkügelchen findet man nachher in demjenigen Zustande, der Eisen-Mohr genannt wird. Ist der Versuch gehörig mit 100 Gran Eisen gemacht worden, so erhält man 135 bis 136 Gran Mohr, welches eine Vermehrung von 35 aufs Hundert giebt. Diese Versuche werden hinreichend seyn, um Ihnen einen Begriff von der Natur der atmosphärischen Luft zu geben. Ungleich mehrere Versuche zu der nämlichen Absicht werden Sie in den neuern chemischen Schriftstellern finden, welche alle deutlich zeigen, daß die Mischung von ohngefähr 72 Theilen phlogistisirter Luft und 28 Theilen Lebensluft eine Flüssigkeit giebt, die der Masse ähnlich ist, in welcher wir leben. Diese zwei Grundstoffe sind mit einander so innig gemischt, und jeder derselben ist zur Beförderung der verschiedenen Verrichtungen der Individuen, welche auf der Erde leben und vegetiren, so nothwendig erforderlich, daß sie, jeder für sich allein, noch nirgends angetroffen

worden sind. Das Verhältniß dieser Gasarten ist vielen Abweichungen ausgesetzt, welche von örtlichen Ursachen herrühren, die nicht mit Gewißheit bestimmt werden können.

Die charakteristischen Eigenschaften der Lebensluft werden durch diejenigen der phlogistisirten Luft modifizirt, und diese Modifikationen scheinen nothwendig zu seyn, denn wenn wir die Lebensluft in ihrer vollkommnen Reinheit athmen sollten, so würde sie unser Leben schnell verzehren. Als Arzneimittel mag sie sehr heilsam seyn, allein in ganz reiner Luft würde das Lebenslicht zu schnell verbrennen, und die thierischen Kräfte zubald erschöpft werden.

Herr Lavoisier betrachtet, zufolge der vorhergehenden Versuche, die atmosphärische Luft als eine bloße Mischung von Lebensluft und phlogistisirter Luft. Hierzu hat er keinen andern Grund, als daß wenn Substanzen dazu genommen werden, die eine Verwandtschaft mit der Lebensluft haben, der Theil dieser Flüssigkeit, der sich in der atmosphärischen Luft befindet, eingesogen wird, indeß der Rückstand bloße phlogistisirte Luft ist.

Allein diese Thatsache zeigt bloß, daß die atmosphärische Luft zersetzt werden kann, und daß sie als ein chemisches Zusammengesetztes anzusehen ist, welches aus einem gegebenen Verhältnisse von Lebensluft und von phlogistisirter Luft besteht. Auch giebt es mehrere Gründe, welche uns bestimmen müssen, der Meinung: daß die atmosphärische Luft eine homogene Flüssigkeit, oder mit andern Worten, ein gleichförmiges chemisches Zusammengesetztes sey, vor derjenigen, daß sie aus einer bloßen Mischung zwei verschiedner Flüssigkeiten bestehe, den Vorzug zu geben. *)

*) Keir's chemical dictionary, P. I. p. 125.

So finden wir, daß Lebensluft und Phlogiston fähig sind, sich in mannichfaltigen Verhältnissen mit einander zu verbinden, und folglich verschiedene Formen anzunehmen: da nun die atmosphärische Luft aus denselben Elementen besteht, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sie ein gleichförmig Zusammengesetztes sey.

Ferner findet man noch aus eudiometrischen Versuchen, daß in der atmosphärischen Luft das Verhältniß ihrer Bestandtheile, der reinen und phlogistisirten Luft, sehr gleichförmig sey. Wäre sie eine bloße Mischung, so müßte man, eine große Verschiedenheit darin zu finden, erwarten; allein, da sie ein Zusammengesetztes von einem gegebenen Verhältnisse ihrer Bestandtheile ist, welches Verhältniß ohne Zweifel zu ihren Absichten, animalische und vegetabilische Substanzen zu erhalten, und zu andern wichtigen Behufen das möglichst beste ist, so erhält man sie beinahe immer als ein gleichförmig Zusammengesetztes, oder wie man es auch ausdrückt, von demselben Grade der Reinheit.

Wenn die atmosphärische Flüssigkeit aus einer bloßen Mischung dieser zwei, in einerlei Raume mit einander zirkulirenden Luftarten bestünde, so würden sie sich von einander trennen, da sie von verschiedener spezifischen Schwere sind; die reine Luft würde sich nahe an der Oberfläche der Erde befinden, indeß die phlogistisirte Luft aufwärts stiege. Allein nach den komparativen Bemerkungen, die in Rücksicht der Reinheit der Luft in Thälern sowohl als auf dem Gipfel hoher Gebürge gemacht worden sind, hat man alle Ursache zu glauben, daß keine solche Trennung Statt finde.

Von der Salpeterluft.

Die Salpeterluft ward zuerst von Dr. Hales entdeckt, welcher sie aus den Waltoner Kiesen mit Scheidewasser zog: auch bemerkte er, daß wenn sie mit gemeiner Luft vermischt wurde, ein Aufbrausen erfolgte, wobei die Mischung eine trübe rothe Farbe annahm, und ein großer Theil der gemeinen Luft eingesogen wurde. Dr. Priestley, welcher seine Versuche auch auf andre metallische Substanzen ausdehnte, bemerkte, daß die nämliche Luftart durch die nämliche Säure auch aus Eisen, Kupfer, Messing, Zinn, Silber, Quecksilber, Wismuth und Nickel gezogen würde; und daß, ob sie schon jederzeit, wenn sie mit gemeiner Luft vermischt würde, die von Hales erwähnten Erscheinungen darstelle, und zwar um so sichtbarer nach Verhältniß der Reinheit (d. i. der größern Fähigkeit zum Athemholen) der damit vermischten gemeinen Luft, sie doch weder mit fixer noch mit brennbarer Luft, oder mit derjenigen Luft, welche durch das Athmen der Thiere, oder durch die Fäulniß ihrer Körper verunreiniget worden, eine Veränderung bewirke. Durch diese Probe sah er sich in Stand gesetzt, sowohl von der Art als von dem Grade der Verunreinigung zu urtheilen, welche die gemeine Luft durch das Brennen der Lichter in derselben erlitten; ingleichen den großen Unterschied in der Luft seines Studierzimmers zu bemerken, nachdem einige Personen mit ihm darin verweilet waren. Ja, eine Flasche Luft, die ihm aus der Nachbarschaft einer großen Stadt geschickt worden, überzeugte ihn nach damit angestellten vergleichenden Versuchen, daß sie an Güte weit unter derjenigen sey, die nahe bei Leeds aufgefangen wurde. Mit Hinsicht auf dieses Kriterium zur Unterscheidung guter Luft von schlechter sagte Lord Bacon voll Entzückung: „Versuche, welche diese Entdeckung machen können, sind edel und wohlthätig; denn sie dienen zu na-

türlichen Vorherbestimmungen der Jahreszeiten, und lehren die Menschen, welche Wohnungen sie sich als die ihrer Gesundheit am zuträglichsten wählen müssen." Spätere Versuche haben aber doch gezeigt, daß diese Probe nicht so zuverlässig ist, als man Anfangs glaubte.

Salpeterluft ist einer der Bestandtheile der Salpetersäure, oder sie ist vielmehr dieselbe, nur größtentheils ihrer Säure beraubt. Sie besteht daher aus den nämlichen Theilen wie die Salpetersäure, d. i. aus mephitischer oder phlogistisirter Luft, welche einen geringen Theil Lebensluft enthält, und ist mit Feuer verbunden. In diesem Zustande ist sie mit Wasser nicht mischbar, allein wenn sie mit Lebensluft versehen wird, so wird sie sauer, und leicht im Wasser auflösbar.

Sie können leicht sowohl auf analytische als auf synthetische Art überzeugt werden, daß die Grundlage der dephlogistisirten Luft Salpetersäure ist, welche zwar Lebensluft enthält, aber nicht damit gesättiget ist, denn in diesem Falle würde sie Salpetersäure werden.

1. Vermöge der Analysis können Sie die Salpetersäure zersetzen, und sie auf den Zustand der Salpeterluft reduciren, wenn Sie dieselbe auf irgend ein Metall, z. B. Kupfer wirken lassen, als welches den größern Theil ihrer Lebensluft hinwegnimmt. Setzt man diese Luft nachher der Schwefelleber aus, so wird sie der noch übrigen Lebensluft beraubt, und es bleibt nichts weiter übrig als phlogistisirte Luft. 2. Auf synthetische Art verfuhr Herr Cavendish. Er brachte in eine gläserne Röhre sieben Theile Lebensluft, die ohne Salpetersäure bereitet war, und drei Theile phlogistisirte Luft, oder nach dem Gewichte geschätzt, 10 Theile phlogistisirte und 26 Theile Lebenluft: nachdem er nun den elektrischen Funken durch diese Luft gehen lassen, so ward er gewahr, daß ihr Volu-

men beträchtlich vermindert worden, und sie sich endlich ganz in Salpetersäure verwandelte.

Dieser Versuch berechtiget zu der Annahme, daß die Salpetersäure eine Verbindung von sieben Theilen Lebensluft, und drei Theilen phlogistisirter Luft ist, und daß auf diesem Verhältnisse die gemeine Salpetersäure beruhet. Wenn die Salpetersäure eines Theils ihrer Lebensluft beraubt wird, so wird sie Salpeterluft, so daß, wie bereits erwähnt worden ist, die Salpeterluft eine Verbindung von phlogistisirter Luft mit einer kleinen Menge Lebensluft ist. Salpetersäure kann auch hervorgebracht werden, wenn man Lebensluft eine beträchtlich lange Zeit den Ausdünstungen faulender animalischer Substanzen nebst einer Kalkerde, oder irgend einem andern Grundstoffe, der sie aufzunehmen, und sich damit zu verbinden geschickt ist, aussetzt.

Auch kann man Salpetersäure augenblicklich erhalten, wenn man Salpeterluft mit Lebensluft vermischt.

Die Gegenwart der Salpetersäure in der Atmosphäre ist längsther eine sehr gewöhnliche Meinung gewesen: indessen gründete sie sich immer noch auf keine entscheidende Thatsache, bis Herr Cavendish vermöge eines wichtigen Versuchs sie außer allen Zweifel gesetzt und zur Wahrheit erhoben zu haben scheint. Er hat nämlich gezeigt, daß wenn man einen elektrischen Funken durch gemeine, in eine Glasröhre eingeschlossene Luft schlagen läßt, diese Luft ihrer Menge nach vermindert, und Salpetersäure erzeugt wird.

Da gemeine Luft für eine Mischung von Lebensluft und phlogistisirter Luft gehalten wird, so wiederholte er den Versuch mit einer Mischung dieser Flüssigkeiten auf

oben erwähnte Art, und fand, daß wenn man sie in gehörigem Verhältnisse vermischte, sie gänzlich in Salpetersäure, oder in Salpetersäure und Wasser verwandelt wurden. Da nun die Salpetersäure entweder von einer Mischung gemeiner und Salpeterluft, oder von gemeiner und phlogistisirter Luft erhalten werden kann, so scheint es ausgemacht, daß Salpeter- und phlogistisirte Luft die nämlichen Elemente enthalten müssen, daß aber eine derselben durch Lebensluft modifizirt sey.

Salpeterluft kann von der Säure entwickelt werden, wenn man diese auf verbrennliche Materien wirken läßt, die sich mehr oder weniger mit ihrer Lebensluft verbinden, indeß das Phlogiston derselben eine kleine Menge Lebensluft behält, welche nebst dem Feuer die Salpeterluft bildet; sie kann folglich aus der Salpetersäure vermittelst Eisen, Kupfer, Messing, Zinn, Silber, Quecksilber, Wismuth und Nickel, und selbst von Königswasser durch Gold und Spießglas gezogen werden. Die Säure muß sehr behutsam dem Eisen zugesetzt werden, weil außerordentlich starke Dämpfe entstehen.

Sie kann auch von der Salpetersäure durch Weingeist, Aether, Oele, harzige Substanzen, Gummen, Zukker u. s. f. erhalten werden. Die Eigenschaften derselben sind übrigens die nämlichen, welche Substanz es auch ist, aus der man sie zieht.

In größter Menge wird sie von Metallen erhalten. Doch giebt es einige, von denen nichts weiter als phlogistisirte Luft erhalten werden kann, weil sie die Säure aller ihrer Lebensluft berauben.

Ich thue jetzt einige dünne Stücken Kupfer in diese Flasche, die ich mit Salpetersäure fülle, welche vorher mit Wasser verdünnt worden; nun stecke ich in den Hals

der Flasche einen eingeriebenen Stöpsel mit einer gebogenen Röhre, die ich unter einen mit Wasser gefüllten Recipienten meines pnevmatischen Apparats bringe. Sie sehen, daß eine Gährung in der Flasche Statt findet, das Metall aufgelöset wird, die Salpeterluft durch das Wasser aufsteigt, und oberhalb dem umgekehrten Recipienten sich sammelt.

Die Salpeterluft ist wenig oder vielleicht gar um nichts schwerer als die atmosphärische Luft. Reine Salpeterluft ist mit Wasser gar nicht mischbar, wie Sie sogleich versuchen können, wenn Sie dieselbe in einer gläsernen Röhre unter Wasser schütteln wollen. Sie ist nicht sauer, und verändert die blaue Farbe der Pflanzensäfte nicht, z. B. der Tinktur der Sonnenblume. Auch hiervon können Sie sich sogleich überzeugen, wenn Sie etwas von der Tinktur in diese Röhre mit Salpeterluft thun, wo die Farbe keineswegs eine Veränderung erleidet.

Sie befördert das Verbrennen nicht. Ich tauche hier diesen angezündeten Wachsstock in dieselbe, und Sie sehen, daß er sogleich verlöscht; ehe die Flamme verlosch, nahm sie eine grüne Farbe an. Sie ist zum Athemholen untüchtig, und tödtet plötzlich Thiere und Pflanzen. Sie besitzt die merkwürdige Eigenschaft, daß sie sich mit der Lebensluft vereiniget, womit sie dann die Salpetersäure bildet; wenn sie damit gemischt wird, so bildet sie eine rothe Wolke, welche von dem Wasser verschluckt wird, und dasselbe sauer macht.

Hier ist eine lange gläserne Röhre, die in eine gleiche Anzahl von Maße getheilt worden; ich will erst zwei Maße atmosphärische Luft, und ein Maß Salpeterluft hineinbringen. Sie sehen, daß sogleich eine Röthe oder Dampf entsteht und eine Erwärmung erfolgt; und da die

Verbindung, welche jetzt Statt findet, die Salpetersäure bildet, welche im Wasser sehr auflösbar ist, so werden Sie sehen, wie das Wasser nach Verhältniß steigt, als es die Säure einsaugt. Von den drei Maßen, welche Anfangs in die Röhre gebracht worden, wird bloß ein und ein halbes übrig bleiben, und war die Luft gut, so ist der Ueberrest Stickluft. Die bei diesem Versuche erzeugte Wärme entsteht von dem Feuer, welches dadurch frei wird. Wenn man anstatt atmosphärischer Luft zwei Maße Lebensluft eingehen lassen, und zwei Maße Salpeterluft in die Röhre bringt, so wird beinahe alles von dem Wasser verschluckt. Dr. Priestley fand bei verschiedenen Versuchen, daß wenn Salpeterluft mit irgend einer andern elastischen Flüssigkeit vermischt wird, sie keine Veränderung erleiden, wenn letztere unfähig sind, das Verbrennen oder das animalische Leben zu unterhalten; allein wenn das Gegentheil Statt findet, so wird eine rothe Wolke gebildet, und das ganze Volumen der Mischung vermindert, je nachdem die Luft mehr oder weniger rein ist.

Diese Eigenschaft der Salpeterluft, den respirablen Theil der Luft einzusaugen, und die Salpetersäure zu bilden, setzt uns in den Stand, sie als eine Probe anzuwenden, um die Güte der Atmosphäre oder den darin vorhandnen Antheil an Lebensluft zu entdecken. Auf diesem Grundsatz beruhet die Einrichtung der Eudiometer. Dieses Instrument ist jedoch noch sehr unvollkommen. Es zeigt zwar bis zu einem gewissen Grade von Genauigkeit das Verhältniß der Lebensluft, und die Güte oder Heilsamkeit der Atmosphäre, in soweit als sie von einer gewissen Menge dieser Luft abhängt, d. i. in wie weit sie mehr oder weniger zum Einathmen dienlich, mithin für die Erhaltung der Gesundheit mehr oder weniger heilsam ist, an; allein es zeigt uns keineswegs die andern

schädlichen Luftarten an, welche, wenn sie mit der Atmosphäre vermischt sind, sie ändern und gleichfalls unheilsam machen können. Ueberdieß ist es auch sehr schwer, Salpeterluft von einerlei Grade der Reinheit zu erhalten, so wie es ferner Abweichungen in den Erscheinungen oder in der Wirkung giebt, welche von einer Verschiedenheit in der Temperatur abhängen mögen.

Salpeterluft kann zersetzt werden, wenn man sie der Schwefelleber aussetzt; die Lebensluft verbindet sich nämlich mit dem Schwefel, bildet Vitriolsäure, und läßt die azotische Luft in einem reinen Zustande zurück. Auch kann sie durch Pyrophorus zersetzt werden, welcher darin brennt, und die Lebensluft einsaugt.

Herr van Marum hat gezeigt, daß dieses Gas durch den elektrischen Funken zersetzt werden könne, daß drei Kubikzoll davon hierdurch bis auf 1¼ Zoll reducirt wurden, und daß der Rückstand keine Eigenschaften der Salpeterluft weiter besessen habe. Die Vitriolsäure verschluckt die Salpeterluft, und nimmt eine Purpurfarbe an; Seesalzsäure saugt sie ein, und wird blau: auch wird sie von Aether, alkalischen Flüssigkeiten und Weingeist eingesogen.

Wenn Salpetersäure der Salpeterluft ausgesetzt wird, so wird letztere in großer Menge eingesogen, und die Farbe der Säure verändert sich zuerst auf der Oberfläche, und nach und nach durch die ganze Flüssigkeit; die stuffenweise Folge der Farben ist: erstlich gelb, sodann tief orange, ferner grün und endlich blau. Durch dieses Einsaugen wird die Säure ungleich flüchtiger gemacht.

Von der fixen Luft.

Diese Säure wird insgemein in einem luftartigen Zustande angetroffen, und ist unter den verschiedenen elastischen Flüssigkeiten diejenige, welche am frühesten bekannt worden. Ihrer sauern Eigenschaften wegen ist sie Luft-Säure, und Kohlensäure genennt worden, so wie sie wegen ihrer schädlichen Eigenschaften auch nicht selten mephitische Luft heißt. Van Helmont nannte sie wildes Gas (Gas ſylveſtre), weil sie in großer Menge während dem Verbrennen der Kohlen erzeugt wird. Der Ausdruck fixe Luft wird ihr deswegen gegeben, weil sie ihre Elastizität sehr schnell verliert, und sich mit verschiedenen Substanzen, besonders mit den kalkartigen Körpern fest verbindet: ihr Wesen ist indessen noch lange nicht entschieden. Verschiedene Chemisten sehen sie als einfach an, oder behaupten doch wenigstens, daß sie noch nie zersetzt worden sey. Sie ist ohngefähr zweimal so schwer als gemeine Luft, daher findet sie sich auch in den niedern Theilen von Kellern, Minen, Höhlen, u. s. f. welche Materialien enthalten, woraus sie entstehen kann.

Die Französischen Chemisten betrachten die fixe Luft als eine Verbindung des Kohlenstoffs mit der Lebensluft und halten dies durch folgende Gründe für erwiesen: erstens, weil die Quecksilber-Kalke, wenn sie destillirt werden, sich ohne Zusatz reduziren, und bloß Lebensluft darreichen; wenn aber eine kleine Menge Kohle mit dem Kalke vermischt wird, so ist das Produkt, welches übergeht, bloß fixe Luft, und das Gewicht der Kohle vermindert. Zweitens weil, wenn eine gute Kohle geglühet, in ein Gefäß mit Lebensluft getaucht, und das Gefäß sogleich geschlossen wird, die Kohle heftig brennt, und endlich auslöscht; das Produkt ist fixe Luft, und eine kleine Menge Lebensluft, welche durch die nämliche Behandlung in fixe Luft ver-

wandelt werden kann. Da nun hier nichts als Kohle und Lebensluft gegenwärtig sey, so schließen die Französischen Chemisten hieraus, daß fixe Luft eine Verbindung dieser zwei Grundstoffe sey, die durch Feuer zusammen gehalten werden.

Dieses Gas, oder diese Luft nimmt gewöhnlich die untern Gegenden der Bergwerke, Höhlen, Grüfte, Keller und anderer solchen unterirdischen Oerter ein, wo sich Materialien befinden, die den zu ihrer Erzeugung erforderlichen Stoff enthalten. Die Bergleute nennen sie den erstickenden Schwaden oder die bösen Wetter. Schon seit Jahrhunderten ist die Hundsgrotte nahe bei Neapel, wegen eines mephitischen Dampfes oder der einen Fuß hoch über ihrem Boden ruhenden Schicht von fixer Luft, bekannt. Es ist eine Höhle an der Seite eines Berges nahe bei dem See Agnano, wo, wenn man einen Hund oder irgend ein anders Thier mit dem Kopfe zur Erde hinein hält, das Thier sogleich getödtet wird so wie es den schädlichen Dampf einathmet. Diese Luft befindet sich in einem Zustande von einfacher Mischung in mineralischen Wässern, und in diesen besitzt sie alle ihre sauern Eigenschaften.

In großer Menge entbindet sich dieses Gas aus Körpern, die sich in der weinartigen Gährung befinden z. B. Wein, Bier u. s. f. Wegen ihrer großen Schwere nimmt die fixe Luft den obern Theil der Gefäße ein, wo die Gährung vor sich geht. In dieser Schicht elastischer Flüssigkeit können viele artige Versuche angestellt werden. *) Ein angezündetes Papier oder Licht löscht, wenn es in

*) Priestley's Exper. and Obs. on air. Vol. 1. p. 44. Nicholson's First principles of Chimistry. p. 178.

dieselbe gehalten wird, sogleich aus, und der Rauch, welchen die fixe Luft in sich behält, macht ihre glatte Oberfläche, an der sie sich von der gemeinen Luft über ihr scheidet, sichtbar; durch Bewegung oder Blasen darauf können dann Wellen erzeugt werden, welches einen sehr angenehmen Anblick gewährt. Wenn man eine Schale mit Wasser in diese Luft taucht, und darin schwenkt, so wird es bald damit geschwängert, und erlangt den angenehm stechenden Geschmack des Pyrmonter Wassers. Ihrer Schwere wegen kann fixe Luft in einer Flasche oder Krug aufgefangen, und wenn sie gut zugestöpselt, weit verführt werden. Noch unterhaltender sind die Wirkungen des Ausgießens dieser unsichtbaren Flüssigkeit aus einem Gefäße in ein anders. Man gießt nämlich dem Augenscheine nach Nichts aus einem Gefäße, worin Nichts ist, in ein anderes, worin auch Nichts ist, mit vieler Vorsicht, Nichts zu verschütten. Wenn nun ein Licht oder ein kleines Thier in ein solches Gefäß gesetzt worden, so wird ersteres ausgelöscht, und das zweite stirbt innerhalb einer Sekunde, nachdem die fixe Luft hineingegossen worden.

Diese Luft wird auch in großer Menge durch das Athemholen der Thiere erhalten, wo die Lebensluft, nachdem sie einen großen Theil ihres Feuers zur Erhaltung des thierischen Lebens abgegeben, sich mit einer kohlenstoffartigen Substanz verbindet, die sich aus dem Blute in den Lungen entwickelt. Sie haben bereits gesehen, wie unfähig diese Luft zum Athemholen ist. Die Geschichte erzählt, daß die zwei Sklaven, welche vom Tiberius genöthiget wurden in die Hundsgrotte hinabzusteigen, sogleich erstickt wurden. Zwei Verbrecher, welche Peter Toledo hinein zu schließen befahl, hatten das nämliche Schicksal. Der Abt Nollet, welcher den Muth besaß, diese Luft einzuathmen, empfand eine erstickende Wirkung, und einen geringen Grad von Säure, welche ein Husten und Nießen erregte. Der

unglückliche Pilatre de Rozier wurde auf sein eignes Verlangen in die mephitische Atmosphäre einer Bierkufe, worin das Gebräude in voller Gährung war, herabgelassen; kaum war er in die mephitische Luft gekommen, so nöthigte ihn ein leichtes Stechen die Augen zu schließen, ein heftiges Ersticken hinderte ihn Athem zu holen und er empfand einen Schwindel, begleitet mit dem Sausen, welches der Apoplexie eigen ist. Als er wieder herauf gezogen wurde, so sah er alles einige Minuten lang wie durch einen dichten Flor. Sein Antlitz war braunroth geworden, und nur mit großer Mühe konnte er hören und sprechen. Alle diese Symptome verschwanden gleichwohl nach und nach.

Diese Luft ist die Ursache der vielen Unglücksfälle beim Eröfnen der Keller, wenn Wein, Zyder oder Bier daselbst in Gährung liegen, oder andrer verschloßnen Orte. Vögel, die in diese Luft getaucht werden, sterben augenblicklich. Wenn die Wasser von Boulidou und Perols, vertrocknet sind, so werden solche Vögel, welche es wagen ihren Durst in den Klüften zu stillen, von dem tödlichen Dampfe umgeben, und sterben.

Frösche leben gegen 40 bis 60 Minuten, wenn sie in einer Atmosphäre von fixer Luft sich befinden, weil ihre Respiration dadurch unterdrückt wird. Insekten erstarren, wenn sie eine lange Zeit in dieser Luft verweilen, erhalten aber sobald ihre Munterkeit wieder, als sie an die freie Luft kommen.

Fixe Luft ist mit einer großen Menge von Substanzen verbunden. Sie macht ohngefähr das Drittel des Gewichts der Kalksteine, des Marmors, kalkartigen Spaths und anderer kalkartigen Erden aus, und kann durch Erhitzung oder durch irgend eine Säure, die stärker, als sie selbst ist,

daraus gezogen werden. Stärkere Säuren treiben mehr fixe Luft aus, als solche, welche schwächer sind. Ich will Ihnen jetzt zeigen, wie man diese Luft aus gröblich gepulvertem Marmor erhalten kann. Ich fülle damit ohngefähr den fünften Theil dieser Flasche, welche mit einem eingeriebenen Stöpsel und einer gebognen Röhre versehen ist, gieße dann soviel Wasser darauf, daß der Kalk davon bedeckt wird, und schütte endlich diese kleine Menge Vitriolöl hinzu, die ohngefähr den vierten oder fünften Theil des Wassers ausmacht. Nun bringe ich das Ende der Röhre durch das Wasser in dem pnevmatischen Gefäße so, daß es unter dem Halse dieses Recipienten bleibt, welcher mit Wasser angefüllet worden. Es entstehet hierauf sogleich ein Aufbrausen, welches mit Wärme begleitet ist, wie Sie selbst fühlen können, wenn Sie Ihre Hand an die Flasche außerhalb halten, und die elastische Flüssigkeit, welche fixe Luft ist und sich sehr häufig aus der Mischung entbindet, steigt durch die gebogene Röhre und das Wasser in den obern Theil des Recipienten. Nach Maßgabe als der Recipient damit angefüllt wird, fällt das Wasser nach und nach, und wird endlich ganz herausgetrieben. Nunmehr können wir die gebogene Röhre und die Flasche unter einen andern Recipienten bringen, und so fortfahren, bis wir soviel fixe Luft erhalten haben, als die Mischung zu geben im Stande ist. Diese Luft wird vom Wasser eingesogen, allein dieß erfolgt nur sehr langsam, wenn das Wasser nicht bewegt wird, als wodurch man die Berührungspunkte vermehrt. Ich will jetzt drei Maße fixe Luft in diese graduirte Röhre bringen, sie sodann schnell in dem Wasser unsers pnevmatischen Gefäßes bewegen, und dann der Einsaugung einige Zeit gestatten. Sie sehen jetzt an dem Steigen des Wassers in der Röhre, wie viele Luft es eingesaugt hat. Ueberhaupt saugt Wasser unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre, und bei einer niedrigen Temperatur etwas mehr fixe Luft ein, als sein Volumen

beträgt. Mehr saugt es ferner ein, wenn es kalt ist, als wenn es erwärmt worden. Wenn Wasser, welches mit dieser Luft geschwängert worden, an ein lebhaftes Feuer gesetzt wird, so giebt das schnelle Entweichen der Luftblasen ihm das Ansehen, als ob es koche, indeß seine Wärme nicht größer ist, als die Hand erleiden kann. Das Gefrieren trennt diese Luft vollkommen vom Wasser, allein kein Grad von Kälte oder Druck hat sie noch jemals in einen Zustand von konzentrirter oder dichter Flüssigkeit versetzen können.

Wasser mit dieser Luft geschwängert, erlangt einen angenehmen säuerlichen Geschmack, und die Eigenschaften einfacher Mineralwasser; man hält es für ein sehr kräftiges antiseptisches Mittel, und es besitzt sehr schätzbare medizinische Kräfte. Die natürlichen säuerlichen Mineralwasser sind von diesen gar nicht verschieden, ausgenommen daß diese noch verschiedene andere Grundstoffe aufgelöst enthalten, daher sie auch vollkommen nachgeahmt werden können, wenn man diese kennt. Es ist thöricht, zu glauben, daß die Kunst nicht im Stande sey, die Natur in der Zusammensetzung der Mineralwasser nachzuahmen. Diese Operation ist ganz mechanisch, und besteht bloß in der Auflösung gewisser bekannter Grundstoffe im Wasser. Wir können sie daher nicht bloß nachahmen, sondern wir sind sogar im Stande sie besser zu machen, da es in unsrer Macht steht, die Dosis abzuändern, und die Stärke irgend eines Mineralwassers nach den Absichten einzurichten, zu welchen es verwandt werden soll.

Das Wasser mit fixer Luft zu schwängern.

Um das Wasser mit fixer Luft zu schwängern, ist die Maschine des Dr. Nooth die wirksamste sowohl als die

bequemste. Sie besteht aus drei gläsernen Gefäßen (Taf. VI. Fig. 5.). Das untere Gefäße C enthält die aufbrausenden Materialien; das mittlere Gefäße B ist offen sowohl ober- als unterhalb; sein unterer Hals ist eingeschliffen und schließt genau in den Hals H des untern Gefäßes; in dem erstern ist eine Klappe; diese Klappe öfnet sich, und läßt die Luft durchgehen; allein das Wasser kann nicht durch die Röhre zurück gehen, theils weil die Oefnung zu enge ist, und theils weil die planconvexe Linse die Oefnung bedeckt: das mittlere Gefäße ist mit einem Hahne E versehen, um die Flüssigkeit abzulassen; das obere Gefäße A ist matt geschliffen und schließt genau auf den obern Hals des mittlern Gefäßes; der untere Theil desselben besteht aus einer Röhre, welche beinahe bis in die Mitte des mittlern Gefäßes reicht; seine obere Oefnung ist vermittelst eines eingeriebenen Stöpsels F verschlossen. Wenn dieser Apparat gebraucht wird, so werden die aufbrausenden Materien in das unterste Gefäße gethan, das mittlere Gefäße wird mit reinem Wasser angefüllt, und gehörig eingesetzt und das obere Gefäße wird locker verstopft, und gleichfalls eingesetzt. So steigt nunmehr die fixe Luft, welche durch die Klappe bei H geht, in den obern Theil des mittlern Gefäßes B, wo sie vermöge ihrer Elastizität auf das Wasser druckt, und es zum Theil durch die Röhre in das Gefäße A treibt; ein Theil der gemeinen Luft in diesem letztern wird zusammengedruckt, und der übrige Theil geht durch den Stöpsel ab, welcher von kegelförmiger Gestalt ist, damit er leicht gehoben werden kann; so wie nun mehr und mehr fixe Luft entwickelt wird, so steigt immer mehr Wasser auf, bis endlich das Wasser in dem mittlern Gefäße bis unter der untern Oefnung der Röhre steht: jetzt geht nun die fixe Luft durch die Röhre in das obere Gefäße, und treibt durch Erhebung des Stöpsels noch mehr gemeine Luft aus. Da nun in dieser Lage das Wasser in beiden Gefäßen mit fixer Luft in Berührung steht,

so wird es nach einem gewissen Zeitverlaufe stark mit dieser Flüssigkeit geschwängert seyn. Diese Schwängerung kann aber dadurch beschleuniget werden, daß man das mittlere und obere Gefäße zusammen abhebt, und sie stark schwenkt.

Das solchergestalt geschwängerte Wasser hat säuerliche Eigenschaften erhalten, denn es färbt den blauen Aufguß der Sonnenblume roth, ja selbst eine schwache Auflösung derselben nimmt, wenn sie nur der fixen Luft ausgesetzt wird, eine röthliche Farbe an.

Diese Luft, und das damit geschwängerte Wasser schlägt den Kalk aus dem Kalkwasser nieder. Um Ihnen davon den Beweis zu geben, will ich etwas von diesem Kalkwasser mit fixer Luft vermischen; Sie sehen, wie das Wasser sogleich ein milchichtes Ansehen erlangt, und der Kalk niedergeschlagen wird. Die nämliche Wirkung würde Statt haben, wenn ich auf das Kalkwasser einiges mit fixer Luft geschwängertes Wasser gösse.

Mit dieser Luft verbundener Kalk bildet Kreide, die im Wasser nicht auflöslich ist; das Kalkwasser ist also eine Probe, um diese Luft zu entdecken. Dr. Black war der erste, welcher zeigte, daß die Kausticität, die Schärfe und die Auflösbarkeit der kalkartigen Erden in Wasser davon herrühre, wenn sie der fixen Luft beraubt seyen, und daß sie, wenn sie die erforderliche Menge enthielten, milde wären; er nannte sie daher mild, wenn sie mit fixer Luft verbunden, und kaustisch, wenn sie derselben beraubt waren.

Das Kalkwasser wird von dem Dunste niedergeschlagen, welchen die Thiere bey dem Ausathmen von sich geben.

Die fixe Luft verbindet sich mit den Laugensalzen. Sie neutralisirt sowohl die fixen als die flüchtigen Laugen-

salze, zerstört nicht nur ihre Kaustizität, sondern giebt ihnen auch offenbar einen sauern Geschmack, und macht sie fähig, Kristallen eines Mittel- oder säuerlichen Salzes zu bilden.

Einige Schriftsteller behaupten, daß diese Luft der Fäulung widerstehe, indem sie die faulen Ausflüsse einsauge, welche aus den Körpern hervorbrechen. Indessen ist sie aber doch zur Vegetation unfähig. Dr. Priestley, welcher Wurzeln von verschiednen Pflanzen in Wasser setzte, welches mit dieser Säure geschwängert worden, bemerkte, daß sie alle abstarben; und in denjenigen Fällen, wo Pflanzen im Wasser oder in Luft, welche dieses Gas enthalten, wachsen, ist die Menge des Gas sehr geringe. Herr Senebier hat bemerkt, daß Pflanzen, welche man in Wasser wachsen lassen, das mit diesem Gas etwas säuerlich gemacht worden, eine größere Menge Lebensluft gaben. Nach Herrn Chaptal werden die Schwämme, welche in unterirdischen Höhlen wachsen, beinahe ganz in fixe Luft aufgelöst; wenn aber diese Vegetabilien nach und nach der Wirkung des Lichts ausgesetzt würden, so vermindere sich das Verhältniß der Säure, während dasjenige des Kohlenstoffes sich vermehre und das Gewächs gefärbt werde.

Wenn man den elektrischen Funken durch fixe Luft gehen läßt, die durch Quecksilber gesperrt worden, so wird das Volumen der Luft um den 24sten Theil vermehrt; von diesen werden drei Fünftheile durch eine Auflösung des kaustischen Alkali eingesogen, und der Rückstand ist brennbare Luft. Dieß zu erklären sind viele Versuche gemacht worden, allein sie geben zu wenig Aufschluß, als daß ich sie hier anführen sollte.

Fixe Luft ist schwerer als gemeine Luft. Nach Herrn Kirwan verhält sich fixe Luft zur gemeinen Luft wie

45. 69 zu 68. 74; nach Herrn Lavoisier wie 48. 81 zu 69. 50.

Da eine Kenntniß des Wesens dieser Luft schlechterdings nothwendig ist, um verschiedene Erscheinungen zu erklären, so will ich Ihnen gegenwärtig in einem Abrisse ihre Eigenschaften vorlegen, um dasjenige, was ich bereits darüber gesagt habe, sich tiefer einzudrücken. 1. Sie hat die Anzahl der Säuren mit noch einer vermehrt. 2. Wenn Kalkerden und Laugensalze in ihrem gewöhnlichen Zustande mit Säuren gemischt werden, so entsteht ein Aufbrausen, und es wird dadurch eine große Menge fixe Luft entwickelt. Sie hat es 3. nothwendig gemacht, zwei Zustände aller alkalischen Materie zu unterscheiden, den reinen oder kaustischen Zustand, und den milden, in welchem sie mit Säuren aufbrausen. Die Laugensalze, sowohl fixe als flüchtige, werden; wenn sie ihre fixe Luft verlieren, weit mehr kaustisch und ungleich kräftigere Auflösungsmittel, aber unfähig sich zu kristallisiten und mit Säuern aufzubrausen. Die sonst im Wasser unauflöslichen Kalkerden, lösen sich darin auf, sobald sie ihre fixe Luft verloren haben; so ist der Kalkstein oder rohe Kalk im Wasser unauflöslich, hingegen der lebendige Kalk, d. i. Kalkstein, welcher seiner fixen Luft beraubt worden, wird im Wasser auflösbar. Hierdurch sind also in der Chemie die Schwierigkeiten gehoben worden, welche sich der Erklärung des Unterschiedes zwischen dem milden und kaustischen Zustande des Kalks und der Alkalien, und ihres Aufbrausens mit Säuren in dem einen, nicht aber in dem andern, in den Weg legten. Durch die Entdeckung der Ursache dieser Erscheinungen hat Dr. Black der Wissenschaft einen wesentlichen Dienst geleistet, und er genießt jetzt dafür die Belohnung durch den so wohl verdienten und allgemeinen Ruf, in welchem er stehet. 4. Sie giebt das erste Beispiel einer

Säure, welche Kalk den festen Laugensalzen vorzieht. 5. Durch sie ist die Natur der mephitischen Höhlen erklärt worden. 6. Sie hat die Zergliederung der Wasser vollkommner gemacht, besonders solcher, welche man gasartig, säuerlich und geistig nennt, so daß wir jetzt im Stande sind, sie nachzuahmen. 7. Sie hat vieles Licht über die Auflösung des Eisens in verschiedenen Wassern geworfen, so wie über die Mittel, um eisenhaltige Wasser zu erhalten, die denjenigen in der Natur ähnlich sind. Endlich hat sie ein neues Feld den Nachforschungen der Chemisten und Physiker geöfnet. So verschafft jeder Gegenstand in der Natur Gelegenheit zu physischen Versuchen, und jeder Versuch, welcher mit bestimmter Hinsicht auf eine besondre Untersuchung gemacht wird, verschafft nebenbei Materie zu neuen Untersuchungen. Es ist kein Thier und keine Pflanze, von der wir uns nähren, keine salinische Substanz, die wir schmecken, kein Getränke, welches wir trinken, noch die Luft, die wir athmen, kein Metall, das wir bearbeiten, kein Stein, den wir betreten, kurz nichts, das nicht Stoff zu unendlichen Versuchen darbiete. Durch Versuche geschieht es, daß die Physiker die abgeleiteten (secondary) Ursachen ausspähen, welche die Betrachtungen des Menschen von der Erde zum Himmel erheben sollten; denn je deutlicher wir die Zahl und die Verbindung der untergeordneten Ursachen einsehen, die in diesem kleinen Systeme wirken, das wir zu übersehen fähig sind, um desto mehr werden wir uns gedrungen fühlen, die Abhängigkeit dieser, gleich den Gliedern der Homerischen Kette, von einer ersten Ursache anzuerkennen *).

*) Watson's chemical Essais. Vol. IV. p. 354.

Eilfte Vorlesung.

Von der brennbaren Luft.

Man findet diese Luft bereits vollkommen gebildet in Sümpfen, Gräben, und über der Oberfläche faulender Wässer, an Begräbnißorten, in Abtritten, und überall da, wo sich faulende thierische und vegetabilische Materien anhäufen; auch kann sie aus den Wässern der meisten Flüsse und stehenden Sümpfe gezogen werden, besonders aber solcher, in welche viele gährende und faulende Materien geworfen werden. Dr. Franklin sagt, daß in warmen Gegenden, wenn der Schlamm auf dem Boden eines Sumpfes aufgerührt, und ein angezündetes Licht gleich nachher nahe an die Oberfläche des Wassers gehalten wird, eine Flamme sich sogleich weit über dem Wasser ausbreitet, und zur Nachtzeit ein sehr angenehmes Schauspiel gewährt. Herr Cavallo versichert uns, daß sie aus den meisten Weihern um London herum in voller Menge erhalten werden könne. Um sie auf diese Art zu erlangen, füllet man eine Flasche mit einer weiten Mündung mit Wasser aus dem Teiche, und hält sie umgekehrt hinein: sodann rühret man mit einem Stecken den Morast am Boden des Sumpfes um, genau unter der umgekehrten Flasche, damit solchergestalt die Luftblasen, welche von da aufsteigen, in die Flasche gehen können; diese Luft ist brennbar. Wenn nun durch ein solches Aufrühren des Morasts an verschiedenen Orten, und durch Auffangen der Luft in der Flasche, diese damit erfüllt worden ist, so

muß man die Flasche mit einem Korke, während die Mündung noch unter dem Wasser sich befindet, zustopfen, worauf man sie mit nach Hause nehmen, und das darin enthaltene näher untersuchen kann. Man hat mehrere Beispiele, daß der Dunst, welcher aus dem Magen gestorbener Personen hervorbrach, bei Annäherung eines Lichtes Feuer fieng; und solche Luft wird wahrscheinlich sehr oft in den Eingeweiden der lebendigen Thiere erzeugt. In Bergwerken befindet sie sich oft in solcher Menge, daß hierdurch die fürchterlichsten Wirkungen erzeugt werden. Da sie leichter als die gemeine Luft ist, so steigt sie jederzeit oberhalb solcher Oerter, wo sie erzeugt wird, so daß sie daher nur an irgend einem gewölbten Orte eingeschlossen werden kann. Für sich ist sie sehr schädlich, und tödtet Thiere augeblicklich; allein wenn sie mit atmosphärischer Luft gemischt wird, so kann sie in ungleich größerer Menge geathmet werden als fixe Luft; ihre große Brennbarkeit in diesem Zustande macht es indessen sehr gefährlich, wenn man mit Licht an solche Oerter geht, wo sie in großer Menge vorhanden ist; sie entzündet sich indessen nicht, wenn sie nicht mit atmosphärischer oder mit Lebensluft in Berührung steht, denn reine brennbare Luft löscht jede Flamme eben so wirksam aus, als es die fixe oder phlogistisirte Luft thut. Die Explosion ist heftiger, und die Flamme glänzender, wenn sie mit Lebensluft, als wenn sie mit atmosphärischer Luft gemischt ist.

Brennbare Luft kann in großer Reinheit durch Zersetzung des Wassers erhalten werden, welches allezeit ein Bestandtheil derselben ist. Die französischen Schriftsteller nennen sie Hydrogene, d. i. Wasser-Erzeuger.

Brennbare Luft kann vom Wasser jederzeit erhalten werden, wenn man Wasser der Wirkung einer Substanz aussetzt, wozu die Lebensluft eine größere Verwandschaft

hat, als diese zur brennbaren Luft besitzt: hierdurch wird die brennbare Luft frei. Man bedient sich nicht selten eines rothglühenden Eisens zu dieser Absicht; das Eisen wird während diesem Prozesse kalzinirt, und in eine Substanz verwandelt, die dem Eisenerze von der Insel Elba gleicht; in diesem Zustande als Kalk wird es von dem Magnete weniger angezogen, und löset sich in Säuren ohne Aufbrausen auf.

Kohle, wenn sie roth heiß glühet, hat das nämliche Vermögen, das Wasser zu zersetzen; bei diesem Prozesse wird fixe Luft erzeugt, und mit brennbarem Gas vermischt, es kann aber vermittelst Wasser oder Alkalien sehr leicht getrennt werden, welche die fixe Luft einsaugen, und die brennbare Luft rein zurücklassen. Brennbare Luft kann auch erhalten werden, wenn man Eisen oder Zink in schwachem Vitriolöle auflöst: diese zwei Metalle zersetzen für sich das Wasser nur sehr langsam und mit großer Schwierigkeit, sehr leicht und schnell hingegen thun sie es, wenn sie von der Vitriolsäure unterstützt werden.

Ich schütte hier einige Eisenfeilspäne in diese Flasche, die derjenigen ähnlich ist, deren wir uns zur Erzeugung der fixen Luft bedienten, und gieße Vitriolöl darüber, welches ich mit Wasser verdünnt habe; es erfolgt sogleich eine Gährung, die mit Wärme begleitet ist. Nachdem nun die gemeine Luft aus der Flasche herausgegangen, stecke ich den eingeriebenen Stöpsel mit der gebogenen Röhre ein, und bringe das Ende der Röhre in die Flasche, die mit Wasser angefüllet ist und auf der Bank unsers pnevmatischen Apparats steht, wo Sie sehen, wie sie sich mit einer Flüssigkeit füllt, die man nach näherer Untersuchung als brennbare Luft findet.

Wenn Sie eine eiserne Röhre erhitzen, und rothglühend in dem Ofen erhalten, so wird, wenn das Ende

der Röhre unter einen Recipienten unsers pneumatischen Apparats gebracht wird, und man sodann Wasser durch die Röhre in einzelnen Tropfen gehen läßt, sich eine luftförmige Flüssigkeit entwickeln, die sich bei der Untersuchung als brennbare Luft zeiget. Da dieser Versuch von Herrn Lavoisier auf die entscheidendste Art unternommen worden ist, und der Grund einer neuen Theorie in der Chemie ist, so will ich Ihnen das Verfahren beschreiben, dessen sich Herr Lavoisier und seine Gehülfen bedienet haben. Es wurde ein eiserner Flintenlauf genommen, in welchen man eine Menge starken Eisendraht legte, welcher flach gehämmert wurde. Der Flintenlauf und das flach gehämmerte Eisen wurden mit der streitgsten Genauigkeit gewogen, worauf der Flintenlauf mit einem Lutum überdeckt wurde, um ihn gegen die unmittelbare Berührung des Feuers zu sichern. So wurde er nunmehr in einen Ofen unter einem solchen Grade der Neigung gelegt, daß Wasser durchlaufen konnte. An das höher liegende Ende war ein Trichter angebracht, welcher Wasser enthielt, das man tropfenweise vermittelst eines angebrachten Hahns durchgehen ließ: der Trichter war verschlossen, um zu verhindern, daß kein Wasser ausdampfen konnte. An das untere Ende dieses Flintenlaufs war ein tubulirter Recipiente lutirt, um das Wasser aufzunehmen, welches der Zersetzung entgieng. Endlich war an das Rohr des Recipienten noch eine andre Röhre angebracht, um die brennbare Luft zu dem pneumatischen Apparate zu führen.

Als eine fernere Vorsicht wurde in jedem Theile des Apparats ein leerer Raum gemacht, damit die brennbare Luft sich nicht mit gemeiner Luft vermischen konnte. Nachdem nun endlich alle diese Zubereitungen geschehen, wurde der Flintenlauf rothheiß gemacht, und das Wasser tropfenweise eingelassen. Hierauf entwickelte sich eine unge-

heure Menge brennbarer Luft so lange als dieser Versuch dauerte. Nachdem er geendiget worden, wurde der Flintenlauf von seinem Ueberzuge gesäubert, und als er wieder gewogen wurde, fand man, daß er beträchtlich schwerer geworden: diese Vermehrung des Gewichts nebst der erhaltenen brennbaren Luft gab eine Summe, die derjenigen des Wassers genau gleich kam, welches verschwunden war. Die flachen Stücken Eisen, welche in den Flintenlauf gethan worden waren, desgleichen der innere Theil des Flintenlaufs selbst, waren in eine dicke Lage von schwarzen Eisenkalk oder Eisen-Mohr verwandelt worden, welcher sich so wie das Eisenerz zu Elba kristallisirt hatte. Die chemische Zerlegung dieser Substanz zeigte, daß das Eisen genau in den nämlichen Zustand versetzt wurde, als dasjenige, welches in Lebensluft verbrannt worden war.

Die Herren Lavoisier u. a. m. waren nun begierig, aus dem nämlichen brennbaren Gas, welches sie erhalten hatten, wiederum Wasser zu erzeugen. Es wurde daher in einem schicklichen Apparate mit einer Menge Lebensluft verbrannt, welche derjenigen gleich war, die der Flintenlauf in sich genommen, worauf genau die nämliche Menge Wasser wieder erzeugt wurde; sie betrug etwas mehr als sechs Unzen. Dieser doppelte Versuch wird von Herrn Lavoisier als ein deutlicher Beweis der Möglichkeit angesehen, daß Wasser zersetzt und wieder hergestellt werden könne, so wie von dessen Auflösung in Oxygene und Hydrogene.

Indessen anstatt hieraus zu behaupten, daß Wasser durch Verbindung der beiden Gasarten gebildet werde, würde es philosophischer und der Wahrheit angemessener gewesen seyn, anzunehmen, daß das bei diesem Versuche

erhaltene Wasser durch die wechselseitige Zersetzung dieser beiden Gasarten entstehe, wovon es wahrscheinlich den ponderablen Theil ausmacht.

Die Physiker geben einstimmig zu, daß Wasser das sichtbare ponderable Produkt des vorhergehenden Versuchs sey, und sie streiten nur noch darüber, ob dieses Wasser durch die Vereinigung der schwermachenden Grundstoffe dieser Flüssigkeiten erzeugt werde, oder ob diese Grundstoffe nicht vielmehr das Wasser selbst sind, welches daher bei diesem Versuche nicht erzeugt, sondern bloß frei gemacht wird. Durch die Behauptung, daß es erzeugt werde, verwandeln die französischen Schriftsteller die Thatsache in eine Hypothese.

Nichts kann in der That für die antiphlogistischen Chemiker erwünschter seyn, als ihre Begriffe von der Zusammensetzung des Wassers; denn da diese Flüssigkeit mehr oder weniger in beinahe allen Körpern sich befindet, so wie fast bei jeder chemischen Operation, und da es nach ihrer Theorie einen brennbaren Grundstoff enthält, so dürfte man nur, um alle Erscheinungen zu erklären, die man vorher dem Phlogiston zueignete, diesem alten brennbaren Grundstoff den neuen brennbaren Grundstoff des Wassers unterschieben. Die Lehre von der Zusammeusetzung und Zerlegung des Wassers ist demzufolge der allgemeine Edip gewesen, welcher alle Mysterien der Chemie aufschließt, die causa sine qua non der französischen Schule *), einer Schule, in welcher Hypothesen als ausgemachte und zuverlässige Wahrheiten angenommen, und Meinungen, die in einem hypothetischen Systeme bloß Gegenstände der Untersuchung sind, als Thatsachen und bewiesene Wahrheiten angesehen werden.

*) Keir's diction. of Chemistry P. I. praef. p. 7. dict. p. 207.

Der phlogistischen Theorie ist sehr oft die Einwendung gemacht worden, daß Phlogiston ein bloß hypothetisches Wesen sey, indeß die französische Schule sich rühmt, daß ihre Theorie, wenn sie so genannt werden kann, nichts als eine Darstellung von Thatsachen sey. Sie werden aber bei näherer Untersuchung finden, daß ihre Theorie wenigstens eben so voller Hypothesen ist, als die entgegengesetzte. So sind ihr Kohlenstoff und ihr Hydrogene keinesweges Substanzen, die je unsern Sinnen dargestellt worden sind, oder durch Schlüsse gefolgert werden können.

Man nimmt an, der Kohlenstoff sey der überbleibende Theil der Kohle, nachdem sie ihrer Erde und ihrer fixen Salze beraubt worden ist. Gleichwohl soll er die besondern Eigenschaften der Kohle beibehalten, wenn er durch Vereinigung mit dephlogistisirter Luft sich zu fixer Luft bildet. Allein welche Thatsache bestätigt das Daseyn eines solchen Wesens, oder dessen Möglichkeit, fixe Luft zu erzeugen, wenn es aller seiner Erde und seiner Salze beraubt ist? Von ihrem Hydrogene haben wir bereits geredet.

Die große Menge brennbarer Luft, welche in warmen Gegenden erzeugt wird, hat zur Muthmaßung Veranlassung gegeben, daß sie einen beträchtlichen Antheil bei Hervorbringung gewisser atmosphärischer Erscheinungen habe. So soll das Wetterleuchten und andere ohne Explosionen erfolgende Feuererscheinungen von brennbarer, durch elektrische Explosionen entzündeter Luft herrühren. Herr Volta glaubt, daß die Irrlichter von der brennbaren Luft entspringen, welche aus sumpfigen Boden aufsteigt; allein alle diese Erscheinungen lassen sich besser durch die Wirkung der elektrischen Flüssigkeit allein erlären.

Dieses Gas ist häufiger als irgend eine andre der schädlichen Luftarten, denn es giebt vielleicht keine brennbare Substanz, aus der es nicht gezogen werden könnte. Die Flüssigkeiten indessen, welche unter dem Namen brennbarer Luft vorkommen, haben öfters keine andere Eigenschaft mit einander gemein, als die Brennbarkeit und ihre geringe specifische Schwere. Der Geruch, die Schwere, das Vermögen zu verbrennen und ihre Eigenschaften zu behaupten, und die Erscheinungen, welche ihr Verbrennen begleiten, sind sehr verschieden, indem einige mit einer Explosion, andre hingegen ruhig mit stiller Flamme verbrennen.

Von den eigentlichen brennbaren Gasarten müssen nothwendig die gemischten unterschieden werden, welche entstehen, wenn man entzündliche Dämpfe mit gemeiner Luft vereiniget. So vermischt sich ein Tropfen Aether, der in gemeiner Luft verdunstet ist, damit, und fängt Feuer, wie brennbare Luft, wenn man ihn einer Flamme nahe bringt; wäscht man dieß Gemisch in Wasser, so trennt sich der Aether sogleich von der Luft. Gemeine Luft wird gleichfalls brennbar, wenn man sie durch verschiedene wesentliche Oele gehen läßt. Der weiße Diptam (Dictamn. fraxinella) giebt, wenn er blühet, bei heißem Wetter so viel brennbares Gas, daß die Atmosphäre um ihn Feuer fängt. Brennbare Luft wird sehr oft mit andern Substanzen vermischt, welche sie aufgelöst enthält, und wodurch fünf verschiedene Arten brennbarer Luft entstehen, als: hepathisches Gas, phosphorisches Gas, mephitisches brennbares Gas, brennbares Kreide-Gas und brennbares Kohlen-Gas.

Von der reinen brennbaren Luft.

Diese Luft hat einen sehr unangenehmen Geruch, den sie selbst behält, nachdem sie mit einer großen Menge gemeiner Luft vermischt worden ist. Sie werden sich noch erinnern, als ich eben dergleichen Luft machte, daß sie das ganze Zimmer mit ihrem widrigen Geruche anfülte, welcher sich lange Zeit nicht verlor.

Sie äußert keine Merkmale von Säure, schlägt den Kalk aus dem Kalkwasser nicht nieder, und verändert auch die Farbe der Tinktur der Sonnenwende nicht. Wenn sie vollkommen rein ist, kann man sie leicht in gut zugestöpselten Flaschen aufbewahren; und da sie in Wasser nicht auflöslich ist, so kann sich sogar Wasser in der Flasche befinden.

Brennbare Luft ist nicht zum Athemholen geschickt. Vögel, welche man nach und nach in ein Gefäße that, welches damit gefüllt worden, starben, ohne irgend eine Veränderung in dem Gas selbst zu bewirken. Herr Chaptal fand, daß Frösche in 40 Zoll brennbarer Luft innerhalb drei und einer halben Stunde starben, während dem andre in Lebensluft und in atmosphärischer 55 Stunden lebten; als sie herausgenommen wurden, lebten sie noch, und die Luft war keinesweges verunreiniget oder vermindert worden. Zufolge einer Menge von Versuchen fand er, daß diese Thiere das Vermögen besitzen, wenn sie in eine zum Athmen untaugliche Gasart gesetzt werden, das Athemholen bis zu einem solchen Grade zu unterdrücken, daß sie bloß ein oder zweimal einathmen, und nachher jede Funktion, die Bezug auf dieses Organ hat, aufhört.

Dieses Gas scheint durch das menschliche Athemholen keine Veränderung zu erleiden, woraus Herr Chaptal

folgert, daß es zum Athemholen nicht geschickt sey; denn wäre dieses der Fall, so würde es eine Veränderung in den Lungen erleiden, da der Zweck des Athemholens nicht bloß in dem Einziehen und Wiederausstoßen einer Flüssigkeit besteht. Die Verrichtungen der Lungen sind ungleich edler, wichtiger, und weit genauer mit der animalischen Oekonomie verbunden. Wir müssen sie als ein Organ betrachten, das von der Luft ernähret wird und denjenigen Theil, der ihm zugeführt wird, verarbeitet, indem es das Gute zurück behält, und das Schädliche wieder ausstößet. Brennbare Luft kann zwar in der That zu verschiedenen malen nach einander ohne Gefahr für das Individuum und ohne daß sie einige Veränderung erleidet, geathmet werden, woraus wir schließen können, daß brennbare Luft für sich kein Gift ist; allein daraus können wir noch keinesweges folgern, daß sie wirklich zum Athemholen geschickt sey.

Brennbare Luft ist für sich allein nicht verbrennlich; sie entzündet sich nicht, wenn nicht Lebensluft damit in Berührung kommt. Ich nehme hier dieses Gefäße von unserm pneomatischen Apparate, welches mit brennbarer Luft gefüllt worden, lege den Finger auf die Oeffnung desselben, damit die Luft nicht herausgehe, und nähere die Mündung der Flamme dieses Lichts, welche sogleich die Luft an der Oberfläche entzündet, und die Flamme steigt tiefer und tiefer, bis sie ungefähr die Mitte der Flasche erreicht hat; allein sie brennt bloß, wenn sie in Berührung mit der Luft ist, denn so bald als ich die Flasche verstopfe, löscht die Flamme aus. Hier ist eine andre Flasche, welche mit dieser Luft erfüllt worden; ich halte einen angezündeten Wachsstock dagegen, und die Oberfläche brennt; indessen so wie ich ihn tiefer hinein tauche, wird er sogleich ausgelöscht. Selbst die am meisten brennbaren Körper, z. B. Phosphorus, brennen

nicht in einer Atmosphäre von brennbarer Luft. Ihre Entzündung ist indessen nach Verhältniß schneller, je mehr die Oberfläche der Luft ausgesetzt ist.

Hier ist eine kleine Pistole, worin ich brennbare und gemeine Luft mit einander vermischen will, deren Mündung ich sodann mit einem Korke verstopfe, und die Luft vermittelst eines Funkens unsrer gewöhnlichen Elektrisirmaschine anzünde. Sie bemerkten, wie laut das Geräusche der Explosion war, und mit welcher Kraft der Kork herausgestoßen wurde. Es scheint in der That wunderbar, wenn man eine Pistole mit einer unsichtbaren Substanz laden, und durch Verbrennung derselben abfeuern siehet.

Der Hals dieser Blase ist an ein metallnes Rohr gebunden, und die Blase mit brennbarer Luft gefüllt. Ich will jetzt die Luft anzünden, indem ich die Flamme eines Lichts an das Ende der Röhre halte, und zugleich die Blase zusammendrücke; auf diese Art wird ein angenehmer Feuerstrom in der Luft gebildet, welcher so lange anhält, als ich brennbare Luft herausdrücke. Bei Wiederholung dieses Versuchs müssen Sie die Vorsicht brauchen, die Blase beständig fort zu drücken, um den Eintritt der atmosphärischen Luft zu verhindern, weil außerdem die in der Blase befindliche Luft sich mit Heftigkeit entzünden, und die Blase zersprengen würde.

Mittelst der Wirkung dieser Luft können künstliche Feuerwerke ohne Rauch und ohne Geräusche angestellt werden, indem man Blasen mit dieser Luft anfüllt, und die Luft durch Röhren, die in verschiedenen Richtungen gebogen, mit Schließhähnen versehen und mit einer großen Menge Löcher durchbohrt worden, hindurch treibt; die durch diese Löcher hindurch getriebene Luft wird vermittelst eines Lichtes angezündet, und brennt so lange als

die Blasen gedruckt werden, oder bis man die Schließhähne drehet. Herr Dillier gab verschiedene sehr schöne Feuerwerke dieser Art zu London, welche verschiedene Figuren und Farben vorstellten. Die Farbe der Flamme verändert sich nachdem diese oder jene Luft mit der brennbaren vermischt wird. So giebt ein Drittel Luft aus den Lungen mit brennbarer Luft von Kohlen gemischt, eine blau gefärbte Flamme; brennbare Luft mit Salpeterluft gemischt, eine grüne Flamme, und der Dampf des Aethers eine weiße Flamme.

Brennbare Luft ist leichter als gemeine Luft; ein Kubikfuß atmosphärische Luft wiegt 720 Gran, ein Kubikfuß brennbare Luft 72 Gran. Wenn das Barometer auf 23. 3 und das Thermometer auf 60 steht, so ist die Schwere dieser Luft zu derjenigen der gemeinen Luft wie 84 zu 1000 gefunden worden, folglich ist sie ungefähr zwölfmal leichter. Ihre spezifische Schwere ist indessen vielen Veränderungen unterworfen, weil sie sehr schwer von einerlei gleicher Reinheit erhalten werden kann. Die Theorie der Luftballone oder der aerostatischen Maschinen gründet sich auf die Leichtigkeit der brennbaren Luft. Wenn das Gewicht des Ballons selbst, und der darin enthaltenen Luft geringer ist, als ein gleiches Volumen von gemeiner Luft, so muß er steigen, bis dessen Schwere im Gleichgewichte mit einem gleichen Volumen des umgebenden Medium ist.

Von der hepatischen Luft.

Brennbare Luft besitzt die Eigenschaft, den Schwefel aufzulösen, in welchem Falle sie einen sehr stinkenden Geruch annimmt, und die hepatische Luft bildet.

Herr Gengembre that Schwefel in umgekehrte Gefäße, welche mit brennbarer Luft gefüllt waren, und lösete ihn vermittelst eines Brennglases auf, wo er fand, daß sie alle unterscheidende Kennzeichen der hepatischen Luft besaß. Sie wird insgemein von der Schwefelleber oder aus festen Lebern erhalten, welche durch Säuren in dem pnevmatischen Apparat zersetzt werden; man erhält sie in großer Menge, wenn man Salzsäure auf Schwefelleber gießt. Wenn brennbare Luft durch geschmolzenen Schwefel getrieben wird, so wird sie in hepatische Luft verwandelt. Die Erzeugung dieses Gas geschieht insgemein durch Zersetzung des Wassers. Eigentlich giebt die Schwefelleber keinen unangenehmen Geruch, so lange sie trocken ist, allein sobald als sie angefeuchtet worden, so entsteht ein höchst unangenehmer Geruch, und es erzeugt sich der vitriolisirte Weinstein. Diese Erscheinungen zeigen, daß das Wasser zersetzt wird, daß die brennbare Luft sich mit dem Schwefel vereiniget, und nebst dem Feuer ihn flüchtig macht, indeß die Lebensluft sich mit dem Alkali verbindet, und ein festes Produkt erzeugt.

Sie ist zum Athemholen nicht geschickt, und färbt den Violensyrup grün. Wenn eine Luft mit derselben gemischt wird, so vereinigt sich das Oxigene derselben mit dem Hydrogene, und schlägt den Schwefel nieder; und aus der nämlichen Ursache wird sie durch den Dampf der Schwefelsäure zersetzt.

Sie fängt Feuer, wenn sie angezündete Körper berührt, desgleichen durch den elektrischen Funken, und brennt mit einer röthlich blauen Flamme, während dem sie an den Seiten des Gefäßes Schwefel absetzt. Sie verpufft, wenn sie in Lebensluft angezündet wird; das Wasser nimmt sie sehr leicht auf, und wird dadurch in einen Zustand verwandelt, der demjenigen der sulphuri-

schen Mineralquellen ähnlich ist; es ist daher sehr wahrscheinlich, daß es eben dieses Gas ist, womit die sulphurischen Wässer geschwängert sind; wegen ihrer großen Verwandschaft zu gewissen Metallen und deren Kalken, macht sie die Grundlage verschiedener sympathetischen Tinten. Ihre spezifische Schwere verglichen mit derjenigen der atmosphärischen Luft, ist wie 1106 zu 1000.

Die phosphorische Luft.

Dieß ist eine brennbare Luft, worin Phosphorus aufgelöset worden ist. Sie wurde von Herrn Gengembre erhalten, als er eine Auflösung des kaustischen vegetabilischen Alkali mit der Hälfte ihres Gewichts Phosphorus kochte, und die übergehende elastische Flüssigkeit über Quecksilber auffieng. Sie kann über Wasser nicht aufgefangen werden, weil sie sich darin auflöst, riecht wie faule Fische, und ist zum Athemholen untüchtig.

Sie fängt beim Zutritt zu gemeiner Luft von selbst und mit einer Explosion Feuer, daher es mit Gefahr verbunden ist, wenn man auf einmal eine zu große Menge Luft hinzutreten läßt. Wenn Lebensluft mit diesem Gas vermischt wird, so verbrennt es sehr schnell und erzeugt einen großen Grad von Hitze, welcher die Recipienten so sehr ausdehnt, daß sie nicht selten in Stücken zerspringen. Da dieser Phosphorus bei Berührung der Luft Feuer fängt, so theilt er seine Entzündung der brennbaren Luft mit.

Wahrscheinlich rühren die Irrlichter, die man auf Begräbnißplätzen, und überhaupt da findet, wo Thiere begraben werden, und in Fäulniß übergehen, von

der Entwickelung eines Gas dieser Art her. Einer ähnlichen Art Gas ist die brennbare Luft zuzuschreiben, welche an gewissen Orten, und auf der Oberfläche gewisser kalter Quellen beständig fort brennt.

Brennbares Kohlen-Gas.

Man nimmt gegenwärtig an, daß die Kohle, ob sie schon in verschlossenen Gefäßen und bei unserm gewöhnlichen Feuer fest bleibt, einen Grundstoff enthalte, welcher (die französischen Schriftsteller nennen ihn Carbonne, Kohlenstoff) bei einem großen Grade von Hitze in Dämpfe verwandelt werden kann; und daß sie durch luftähnliche Flüssigkeiten, besonders durch brennbare Luft auflöslich ist, welche sich öfters damit verbindet, wenn sie einen luftartigen Zustand annimmt.

Diese Luft entwickelt sich, wenn gegossenes Eisen oder Stahl in Vitriolgeiste aufgelöset wird. Kohle kann in diesem Gas durch ein Brennglas aufgelöset werden, wenn das Gas sich über Quecksilber befindet, obschon dadurch die Wirkungen modifizirt, und die Resultate der etwanigen Verbindungen abgeändert werden. Dieses Gas brennt mit einer blauen Flamme, und wirft weiße oder röthliche Funken aus.

Herr Berthollet vermuthet, daß ein gemischtes Gas, welches durch Auflösung von Kohle in mephitischer Luft erzeugt werde, die färbende Materie des Preußischen Blaues sey.

Brennbare Kreiden-Luft.

Dieß ist eine Mischung von brennbarer und fixer Luft, allein ohne alle Verbindung. Man erhält sie durch Destillation aus verschiedenen vegetabilischen Materien, aus dem Weinsteine, aus allen weinsteinartigen Salzen, aus harten Hölzern oder Holzkohle, von Steinkohlen u. s. f. Sie brennt sehr schwer; allein wenn gleich drei Viertheile ihres Volumen aus fixer Luft besteht, so bleibt sie doch noch immer verbrennbar.

Dieß Brennbare kann von der fixen Luft durch Kalkwasser oder kaustisches Alkali getrennt werden, womit sich die fixe Luft verbindet.

Brennbare Luft aus Morästen, Sumpfluft.

Diese ist brennbare Luft mit phlogistisirter Luft vermischt. Man erhält sie durch die Fäulniß verschiedener Vegetabilien und fast aller animalischen Substanzen. Sie entwickelt sich aus stehenden Wässern und aus allen Oertern, wo Thiere im Wasser in Fäulniß übergehen. Sie begleitet, geht voran oder folgt der Bildung des flüchtigen Alkali, welches sich aus der Fäulung erzeugt. Sie ist eine einfache Mischung ohne Verbindung. Sie brennt mit einer blauen Flamme und verpufft in der Lebensluft, indessen aber immer schwer. Nach der Verpuffung in des Herrn Volta's Eudiometer findet man einige Wassertropfen, und der Ueberrest ist phlogistisirte Luft, welche mehr oder weniger rein ist.

Salzsaures Gas.

Diese Luft findet man nicht von Natur und bereits gebildet, sondern sie ist jederzeit ein künstliches Produkt; man erhält sie, wenn man Salzgeist oder reine Salzsäure in einer Retorte erhitzt, und das Uebergehende im Quecksilberapparate auffängt. In dem nämlichen Apparate wird sie erhalten werden, wenn man eine Mischung von gemeinem Küchensalze und Vitriolöle erhitzt. Ueber Wasser kann sie nicht aufgefangen werden, da sie vom Wasser sehr geschwind eingesogen wird. Sie scheint nichts anders als die Salzsäure zu seyn, die ihren Antheil an Wasser verloren, und sich mit so viel Feuer verbunden hat, daß sie dadurch einen elastischen luftartigen Zustand annimmt.

Diese Luft hat den starken durchdringenden Geruch des rauchenden Salzgeistes, besitzt alle Merkmale der Säure, und röthet die blauen Pflanzensäfte, allein sie zerstört sie nicht, wie die oxigenisirte Salzsäure. Sie säugt die Dünste des Wassers ein, welche sich in der Luft befinden, und bildet mit ihnen weiße Dämpfe. Sie schmelzt das Eis sehr geschwind, weil sich bei ihrer Verbindung mit Wasser eine große Menge Feuer davon trennt. Sie wird durch Kohle und durch Schwamm eingesogen, vereinigt sich mit allen laugensalzartigen Grundlagen, und bildet die salzsauren Neutralsalze. Sie löset den Kampfer auf und zerstört das animalische Leben. Wenn man ein Licht in diese Luft hält, so wird die Flamme ausgelöscht; allein ehe sie verlöscht, und wenn sie wieder angezündet wird, brennt sie mit einer grünen oder lichtblauen Farbe. Dieses Gas ist beträchtlich schwerer als gemeine Luft, ungefähr in dem Verhältnisse wie 5 zu 3; ein Kubikzoll wiegt 0,654 Gran; sie wirkt nicht auf Metalle.

Oxigenisirtes oder dephlogistisirtes salzsaures Gas erhält man sehr leicht während der wechselseitigen Wir-

kung des natürlichen Braunsteinkalks und der Salzsäure.

Sie wird von einigen für Salzsäure gehalten, die ihres Phlogiston beraubt worden ist; von andern hingegen für Salzsäure, die sich mit Lebensluft verbunden.

Sie ist von einer gelblich grünen Farbe, von einem starken durchdringenden Geruche, und zerstört das animalische Leben sehr geschwind.

Sie zersetzt das flüssige Alkali, welches daher als ein Verwahrungs- oder Gegenmittel wider ihre schädlichen Wirkungen angewendet werden kann, weil sie die phlogistisirte Luft von dem Alkali in dem Verhältnisse trennt, als ihre eigne Lebensluft sich mit dem brennbaren Gas des flüchtigen Alkali verbindet, womit sie Wasser bildet. Sie verdickt fette Oele, kalzinirt Metalle, und wird vom Wasser eingesogen, dem sie alle diese Eigenschaften mittheilt. Sie unterhält die Flamme, ist aber dem animalischen Leben verderblich.

Sie wird nach und nach durch das Licht zersetzt, und in den Zustand von reiner Salzsäure versetzt.

Sie ist eine der merkwürdigsten Entdeckungen der neuern Chemie.

Sie wird beinahe eben so geschwinde, als fixe Luft vom Wasser eingesogen, kann aber durch Hitze leicht wieder ausgetrieben und in Gefäßen über Quecksilber aufgefangen werden; indessen verbindet sich die solchergestalt ausgetriebene Luft nicht gern wieder mit Wasser: der elektrische Funke macht sie mit Wasser vollkommen unvermischbar.

Sie zerstört alle vegetabilische Farben. Sie röthet nicht, wie die Säuren, die Lakmustinktur und den Vio-

lensyrup, sondern macht sie vielmehr weiß, welche Wirkung sie auch auf die Farben hat. Sie bleicht gelbes Wachs, und ist dieser weißmachenden Eigenschaft wegen auch mit Erfolg zum Bleichen leinener Waaren in Fällen angewendet worden, wo man Geschwindigkeit der Oekonomie vorzog.

Indessen wirkt sie nicht auf einerlei Art und im gleichen Grade auf alle vegetabilische Farben; denn die färbende Materie des Brasilienholzes, und einige grüne Theile von Pflanzen behalten eine gelblichte Schattirung; eben so widerstehen die Blätter des Immergrün ihrer Wirgung lange Zeit, und erlangen endlich bloß eine gelbe Farbe, welche sie auch annehmen, wenn sie lange Zeit der Luft ausgesetzt werden.

Brennbare Substanzen reduziren sie auf den Zustand der gemeinen Salzsäure.

Schwefelsaure Luft, oder Vitriolsaure Luft.

Sie ist ein Produkt der Kunst, und wird erhalten, wenn ein verbrennlicher Körper einen Theil der Lebensluft raubt, welcher mit dem Schwefel in der Vitriolsäure vereiniget ist. Auch erhält man sie, wenn Schwefel durch langsames Verbrennen nur eine geringe Menge Lebensluft aus der atmosphärischen Luft verschluckt.

Um vitriolsaure Luft zu erhalten, wird starke konzentrirte Vitriolsäure in eine Flasche nebst einer schicklichen Substanz gethan: Olivenöl entspricht dieser Absicht sehr gut. Man muß ungefähr drei oder viermal soviel Vitriolöl als süßes Oel nehmen, und beide dürfen nur etwa den dritten Theil oder die Hälfte der Flasche anfüllen.

Schon ein gelinder Grad von Wärme reicht dazu hin, daß diese Materialien die elastische Flüssigkeit von sich lassen.

Das Wasser nimmt sie sehr leicht auf. Sie zerstört viele vegetabilische Farben, so daß ihr Oxygene entweder ganz oder doch ziemlich entwickelt werden muß.

Mit alkalischen Grundlagen verbunden, bildet sie Mittelsalze, die so wohl an Figur als an Geschmack von denen verschieden sind, welche von der Vitriolsäure gebildet werden; besonders aber unterscheiden sie sich von jenen dadurch, daß sie durch ungleich schwächere Säuren zersetzt werden können. Sie schmelzt das Eis sehr geschwind.

Sie ist schwerer als gemeine Luft, löscht die Flamme aus, und zerstört das animalische Leben.

Wenn diese Luft mit alkalischer Luft gemischt wird, so bildet sie eine schöne weiße Wolke, welche sich verdichtet, und man findet nachher, daß es vitriolischer Ammoniak ist; zu gleicher Zeit trennt sich auch eine gelbe Substanz, welche Schwefel zu seyn scheint. Wasser mit dieser Luft geschwängert, kann gefrieren, ohne daß es die Luft fahren läßt, und wird solches Wasser in eine zugeschmolzene Glasröhre eingeschlossen und alsdann der Wärme einige Tage ausgesetzt, so setzt sich Schwefel zu Boden.

Sie ist die schwerste aller luftförmigen Flüssigkeiten, ausgenommen Flußspathsaures Gas, und verhält sich zur gemeinen Luft wie 2265 zu 1000.

Flußspathsaures Gas.

Wenn reiner Flußspath, oder diejenige Substanz, die unter dem Namen Derbyshirer Spath bekannt ist, und wovon Sie so viele Verzierungen an den Kaminen

gesehen haben werden, in eine Retorte von Blei mit einem Recipienten von dem nämlichen Metalle gethan und Vitriolsäure darauf gegossen wird, so wird sich bei einem geringen Grade von Wärme die Flußspathsäure in luftähnlicher Gestalt entwickeln. Die Flußspathsaure Luft wird anfangs ohne Wärme entwickelt; in der Folge wird es aber nothwendig, ein angezündetes Licht unter die Flasche zu halten, worauf sich denn eine beträchtliche Menge dieser elastischen Flüssigkeit entwikkeln wird. Diese Luft verbindet sich sehr leicht mit Wasser, und wenn daher Versuche mit ihr in einem elastischen Zustande unternommen werden sollen, so muß sie über Quecksilber aufgefangen werden.

Die unterscheidende Eigenschaft dieser Säure ist, daß sie Kieselerde aufzulösen in Stande ist. Die ersten Versuche, welche damit gemacht wurden, geschahen in gläsernen Gefäßen, wo man bemerkte, daß in dem Augenblicke als die Luft in Berührung mit dem Wasser in dem Recipienten kam, sich eine erdige Materie absetzte, welche bei nachheriger Untersuchung sich als Kieselerde zeigte. Durch wiederhohlte Versuche fand man endlich, daß diese Säure das Glas angreift. Man hat sich ihrer daher zum Aezzen auf Glas auf die nämliche Art bedient, wie man die Salpetersäure seit langer Zeit auf Kupfer angewendet hat.

Das alkalische saure Gas.

Diese Luft wurde zuerst von Dr. Priestley aus gemeinem Salmiakgeiste mit lebendigem Kalke gezogen. Diese Luft tödtet, wenn sie rein ist, das thierische Leben augenblicklich, und löscht die Flamme aus, indessen ehe noch die Flamme eines Lichtes verlöscht, wird sie durch den

Zutritt einer andern Flamme von einer blaßgelben Farbe vergrößert. Der elektrische Funke erscheint darin von einer rothen Farbe, und verwandelt sie nach und nach in brennbare Luft.

Wenn man einiges Wasser, welches mit alkalischer Luft geschwängert worden, verschlossen einige Tage lang einer starken Wärme aussetzt, so erzeugt sich auf der Oberfläche ein weißes Sediment, oder Kruste.

Kupfer, welches von dem gemeinen flüchtigen Alkali so leicht angefressen wird, wird von dieser Luft gar nicht angegriffen.

Leinwandstreifen, Kohle und Schwamm, welche man in dieselbe legt, saugen sie ein, und erlangen einen sehr stechenden Geruch. Sie löset Eis beinahe eben so geschwind auf, als ein starkes Feuer.

Die spezifische Schwere dieser Luft ist zu derjenigen der gemeinen Luft wie 600 zu 1000.

Dr. Priestley erhielt sie, als er einen Theil gestoßenen Salmiak mit drei Theilen gelöschtem Kalke vermischte. Wenn sie in brennbare Luft verwandelt wird, so hat man gemuthmaßet, daß diese Veränderung durch Wärme allein ohne Beitritt des Lichts bewirkt werde.

Auszug einer Abhandlung über das Phlogiston von Herrn Wiegleb.

Der Französischen Theorie entgegen behauptet Herr Wiegleb: —

1. Daß in verbrennlichen Körpern und in verschiedenen, welche es nicht sind, ein gewisser brennbarer Grundstoff enthalten ist, welcher davon getrennt wird, wenn sie verbrennen; und daß Metalle vermittelst des Feuers in Kalk verwandelt werden.

2. Dieser Grundstoff kann während dem Verbrennen dieser Körper gesammelt werden, den man denn in einem beinahe einfachen Zustande unter der Gestalt eines Gas findet.

3. Daß er ungleich leichter als irgend eine bekannte Materie sey.

4. Daß alle Körper, welche mit diesem Grundstoffe verbunden werden, einen Theil ihrer spezifischen Schwere verlieren, und zwar nach Verhältniß der Menge des Plogiston, womit sie verbunden sind; dahingegen sie aber an Schwere zunehmen, wenn sie dessen beraubt werden.

5. Dieser Grundstoff hat eine große Verwandtschaft zur Lebensluft; eine Vermischung derselben ist einer großen Verdichtung empfänglich und wird zu phlogistisirter Luft.

6. Mit Wasser und Feuer (der Materie des Feuers) verbunden, bildet es entzündbare Luft.

7. Verbunden mit Phosphorsäure erzeugt es Phosphorus, und mit Vitriolsäure Schwefel.

8. Holzkohle besteht aus diesem brennbaren Grundstoffe, und aus fixer Luft, womit salinische und erdigte Theile vermischt sind.

9. Wir kennen die Bestandtheile der Lebensluft nicht; vielleicht besteht sie aus dem Grundstoffe des reinsten Wassers, uud der Materie des reinen Feuers.

10. Eben so kennen wir auch die Bestandtheile der fixen Luft nicht; wir können sie blos als etwas Zusammengesetztes darstellen.

I. Von dem Daseyn eines brennbaren Grundstoffs.

Man kann das Daseyn eines brennbaren Grundstoffs in vielen Körpern nicht läugnen, wenn man nicht von Vorurtheilen beherrscht wird. Die meisten alten Chemisten erkannten einen solchen Grundstoff; Geber beschreibt ihn unter dem Namen materia fugitiva et inflammabilis, aut sulphureitas adurens, welche aus Metallen während der Verkalkung verdampfe. Die Chemisten des mittlern Zeitalters kennen ihn unter dem Namen Schwefel: Becker und Stahl verwarfen diese Benennung, und bedienten sich der Ausdrücke brennbarer Grundstoff oder Phlogiston. Auch nahmen sie ihn keineswegs auf bloßes Hörensagen an, sondern ihre eigene Erfahrung lehrte sie, daß man durch Reibung allein aus verschiedenen Metallen, besonders aus Kupfer, Blei, Zinn und Eisen einen gewissen Geruch entwickeln könne, welcher noch merklicher werde, wenn die Metalle geschmolzen würden, oder während ihrer Verkalkung, am stärksten aber sich äußere, wenn sie in Säuren aufgelöset werden.

Der Geruch, welcher während dieser Behandlungen sich entwickelte, ließ die Gegenwart dieses Grundstoffs vermuthen; und diese Vermuthung erlangte noch mehr Wahrscheinlichkeit, als man die metallischen Kalke untersuchte, oder die Niederschläge, die man vermittelst Auflösungen erhalten, wo man nämlich fand, daß sie so-

wohl den Glanz verloren, der den Metallen eigen ist, als auch den oben erwähnten Geruch. Die Abwesenheit dieser Eigenschaften leitete sie natürlicherweise zu dem Schlusse, daß während der Verkalkung oder der Auflösung der Körper ein gewisser Grundstoff entweiche, welcher die Ursache des Geruchs gewesen, und den Metallen ihren Glanz und ihre Dehnbarkeit mittheile. Die Wärme und das Licht, welche von einem angezündeten Lichte, oder brennenden Kohlen verbreitet werden, Eigenschaften, welche noch sehr viele andre Körper, als Oel, Fett, Talg, Pech, Wachs, Schwefel, Phosphorus, Holz, Stroh u. s. f. besitzen, bringen uns auf den nämlichen Gedanken, d. i. daß es in Körpern einen brennbaren Grundstoff gebe, wovon ihre verbrennlichen Eigenschaften abhängen.

Allein die Wahrheit dessen, was hier blos aus Erscheinungen gefolgert wird, wird durch die Wiederherstellung der metallischen Kalke zu vollkommnen Metallen, wenn man diesen Kalken den brennbaren Grundstoff, den sie durch die Verkalkung verloren hatten, wieder ersetzt, völlig und sogar augenscheinlich bewiesen.

Die neuern Chemisten haben uns gezeigt, wie man diesen Grundstoff von verschiedenen Körpern unter der Form der brennbaren Luft trennen kann; bloß mit diesem Unterschiede, daß in der brennbaren Luft auch Wasser mit dem Feuer verbunden ist.

Die Gegenwart dieser Substanz in der brennbaren Luft wird durch die Eigenschaften und Wirkungen bewiesen, welche sie erzeugt und welche die nämlichen sind, wodurch sich die brennbare Luft unterscheidet. Dr. Priestley erhielt brennbare Luft, als er Zink und Eisen einem heftigen Feuer aussetzte; das nämliche Resultat erhält man bei der Auflösung der Metalle in der Vitriol- und Salz-

Säure, und wenn man in den Brennpunkt eines Brennglases reine Stahlfeile setzt, welche sich in einem mit Quecksilber gefüllten Gefäße befindet.

Es ist bei diesen Versuchen unmöglich, die brennbare Materie in der Form von brennbarer Luft zu verkennen. Ich muß hier eine Erscheinung erwähnen, welche Dr. Priestley beobachtet hat: er bemerkte nämlich, als die Eisenfeilspäne sich erhitzten, eine Art von Explosion, so daß dadurch ein Theil der Feilspäne herum sprang. Aus diesem Versuche können wir schließen, daß vom Feuer durch Erhitzung eine luftähnliche Substanz entwickelt wird, welches zu gleicher Zeit beweist, auf wie wenigen Grund sich die Theorie stützt, welche die Metalle als einfache Substanzen annimmt. Nach dem, was bereits gesagt worden, ist es kaum nothwendig zu beweisen, daß Kohle Phlogiston enthält. Wenn die Verkalkung der Metalle von einer Beraubung dieses brennbaren Grundstoffs abhängt, so muß ihre Reduktion oder ihre Verwandlung in den vorigen Zustand natürlicherweise Statt haben, wenn dieser Grundstoff wieder hergestellt wird. Allein diese Reduktion findet nicht Statt, wenn nicht die metallischen Kalke der Wirkung der Kohle, oder irgend einer andern brennbaren Substanz unterworfen werden. Diese Substanzen müssen daher natürlicherweise den Grundstoff enthalten, welcher zur Reduktion der Metalle mitwirkt. Ueberdies können wir uns noch ferner auf die brennbare Natur der Kohle berufen, welche allgemein bekannt ist. Die Natur der Kohle, ihr Dasein als ein ursprünglicher einfacher Grundstoff, macht ein wesentliches Glied in der Französischen Chemie aus, ohne welches sie nicht bestehen kann; und obschon genug gegen diesen Begriff aus demjenigen gefolgert werden könnte, was hier gesagt worden ist, so werde ich es doch im Verfolge dieser Abhandlung umständlicher erörtern.

2. Trennung des brennbaren Grundstoffs.

Obschon jedermann weiß, daß brennbare Luft von allen brennbaren Substanzen getrennt werden kann, so muß doch bewiesen werden, daß Luft, die unter dem Namen brennbarer Luft bekannt ist, die nämlichen Eigenschaften besitzt, die dem brennbaren Grundstoffe gewisser Körper zugeschrieben werden. Nun weiß jedermann, daß Salpeter bloß mit brennbaren Substanzen explodirt d. i. mit Substanzen, welche Phlogiston enthalten. Dieses ist vollkommen von Herrn Achard und verschiedenen andern bewiesen worden.

Herr Achard leitete etwas brennbare Luft, die er von einer Mischung Eisen und Vitriolsäure erhalten hatte, in geschmolzenen Salpeter, worauf sogleich eine beträchtliche Explosion erfolgte, und ein kleiner Theil Alkali ausgenommen, war aller übrige Salpeter zersetzt. Die Herren Macquer und Montigny haben gleichfalls bemerkt, daß metallische Kalke sowohl durch brennbare Luft als durch pulverisirte Holzkohle wieder lebendig gemacht werden können. Herr Pelletier erhielt, als er brennbare Luft durch einige arsenikalische Säure gehen ließ, die in zwei Theilen Wasser aufgelöset worden, eine Säure in metallischer Form, welche sich selbst von dieser Flüssigkeit trennte. Alle Chemisten wissen, daß Kupfer in der Vitriol- oder Salzsäure, besonders aber in der Salpetersäure aufgelöst, allezeit in einem Kalk-Zustande gefunden wird. Auch weiß man, daß während dem die Vitriol- oder Salz-Säure das Eisen angreifen, brennbare Luft entwickelt wird; allein bedient man sich der Salpetersäure, so erhält man nur Salpeterluft. Wirft man in eine der drei Auflösungen des Kupfers ein Stück polirtes Eisen, so wird das Kupfer sogleich davon getrennt, und nimmt seinen metallischen Glanz an: und während

diesem Versuche entwickelt sich weder brennbare noch Salpeterluft, ob schon die Säuren zuverlässig das Metall angegriffen haben. Man könnte fragen, was aus dem brennbaren Grundstoffe dieser Luftarten geworden sey. Wir antworten hierauf, daß er mit dem Kalke des Kupfers vereiniget wird; denn woher anders könnte das Kupfer den brennbaren Grundstoff wieder erhalten haben, den es verlohren hatte, als von dem brennbaren Grundstoffe des Eisens, welcher das letztere Metall verläßt, um sich mit dem Kupfer zu verbinden.

3. Negative Schwere des brennbaren Grundstoffs.

Daß dieser Grundstoff keine Schwere hat, kann als ein Axiom angenommen werden, denn noch hat niemand beweisen können, daß er ihn von irgend einer Schwere gefunden.

4. Der brennbare Grundstoff vermindert das Gewicht der Körper; denn sobald als sie dessen beraubt werden, so erhalten sie ihr ursprüngliches Gewicht wieder.

Herr Wiegleb sieht dieß als eine jedem, welcher die neuere Physik studirt habe, bekannte Sache an; und in der Folge dieser Vorlesungen werden Sie diesen Satz durch verschiedene Gründe erläutert finden.

5. Von der innigen Verbindung des brennbaren Grundstoffs mit Lebensluft, und der Entwickelung der phlogistisirten Luft.

Ob wir schon annehmen, daß brennbarer Grundstoff in allen verbrennlichen Körpern vorhanden sey, so geben wir jedoch zu, daß kein Verbrennen Statt haben könne, wofern nicht Lebensluft oder atmosphärische Luft Zutritt erhält. Ueberdieß scheint letztere diese Eigenschaft nur so fern zu besitzen, als sie Lebensluft enthält, so daß

diese allein als diejenige angesehen werden kann, worin ein Verbrennen erfolgen könne. Es findet ferner ein natürliches Verhältniß zwischen der Menge des verbrennlichen Körpers und der Menge der Luft Statt, worin die Verbrennung geschieht; denn Versuche zeigen, daß die Verbrennung niemals über einen gewissen Punkt hinaus geht, und daß dieser Punkt in Lebensluft mehr als in jeder andern abgekürzt wird. Bei jedem Verbrennen entweichen flüchtige Theilchen; bei Metallen ist es bloß der brennbare Grundstoff, welcher frei wird, bei andern Körpern aber geht nebst diesem Grundstoffe noch eine Menge verschiedner andrer Materien weg. Versuche zeigen, daß alle Verbrennung in phlogistisirter oder brennbarer Luft aufhört; wir können daher annehmen, daß diese Luftarten die Theilchen nicht aufnehmen können, welche während dem Verbrennen den Körpern entgehen, weil sie bereits damit hinreichend überladen sind. Was wir hier gesagt haben, findet ganz besonders bei der einfachen Verkalkung der Metalle Statt; denn da diese keinen andern Grundstoff enthalten, welcher verflüchtiget werden könnte, so verlieren sie nichts weiter als ihren brennbaren Grundstoff.

Wenn Metalle verkalkt werden, so bemerkt man eine Erscheinung, welche gewissermaßen das Centrum oder die Angel der neuen französischen Chemie ist, um welche sich alle Lehrsätze derselben drehen. Wenn in verschlossenen, mit Luft angefüllten Gefäßen Metalle verkalkt, oder Substanzen verbrannt werden, so entsteht ein beträchtlicher leerer Raum in dem Gefäße, und die zurückbleibende Luft wiegt weniger als die Luft, welche sich vorher in dem Gefäße befand: dahingegen wird der Körper, welcher verbrannt, oder das Metall, welches verkalkt worden ist, einen Zuwachs an Gewicht erlangt haben, und dieser Zuwachs an Gewicht wird sich beinahe verhalten wie der Verlust des Gewichts der Luft. Herr Lavoisier folgert

hieraus, wie wir bereits oben angeführt haben, daß die verlorne Luft von dem Kalke des verkalkten Metalls verschluckt werde.

Herr Wiegleb glaubt, daß Herr Lavoisier vergessen habe, es könne auch eine Verdichtung der Luft Statt gefunden haben. Dieser Verdichtung schreibt Herr Wiegleb die Veränderung in der Luft zu, und gründet seine Meinung auf einen Versuch des Dr. Priestley, welcher fand, daß nachdem er eine beträchtliche Zeit lang elektrische Funken durch eine Menge atmosphärischer Luft gehen lassen, diese Menge beinahe um den vierten Theil ihres Volumens vermindert worden war. Eben so hat auch Herr de la Metherie durch seine Versuche bewiesen, daß reine Lebensluft durch den elektrischen Funken vermindert, und in phlogistisirte Luft verwandelt werde. Da nun diese Versuche zeigen, daß Lebensluft, wenn sie rein, oder wenn sie mit atmosphärischer Luft gemischt worden ist, durch die Elektrizität vermindert werden könne, so ist offenbar, daß in dem Falle, von welchem wir hier reden, das nämliche Statt haben müsse, bis bewiesen werden kann, daß ein Theil dieser Luft eingesogen worden ist; allein Versuche beweisen vielmehr, daß diese so beträchtliche Verminderung der Masse der Luft von einer wahren Verdichtung herkommt: denn wenn man phlogistisirten Dampf in die reinste Lebensluft leitet, bis sie ganz damit gesättiget worden, so bleibt immer ein geringer Antheil phlogistisirter Luft zurück. Dieß wird sowohl durch die Versuche des Herrn Lavoisier als anderer Chemisten bewiesen, ob sie freilich schon diesen Ueberrest von phlogistisirter Luft zufolge ihrer besondern Vorurtheile dafür angesehen haben, als ob er vorher schon in der Lebensluft enthalten gewesen. Herr Wiegleb goß in eine Flasche, welche neun Unzen aus Braunstein gezogene reine Lebensluft enthielt, vier Unzen einer konzentrirten Auflösung der

Schwefelleber; die Lebensluft nahm alsdann einen Raum von fünf Unzen ein; funfzehn Tage nachher wurde die Flasche unter Wasser geöfnet, und das Wasser erfüllte die Flasche beinahe ganz, bis auf ungefähr $3\frac{1}{2}$ Gran im Umfang. Wäre nun die Lebensluft eingesogen worden, so hätte ein vollkommen leerer Raum entstehen müssen, allein dieß war keinesweges der Fall, und der kleine Ueberrest war phlogistisirte Luft. Dieser Versuch wurde wiederhohlt, und jederzeit gleich befunden.

6. Von brennbarer Luft, die durch Verbindung von Wasser mit dem brennbaren Grundstoffe hervorgebracht wird.

Herr Lavoisier und die Anhänger des französischen Systems glauben, daß eine dichte Materie zur Bildung der brennbaren Luft nothwendig erforderlich sey, daß diese Materie ihre Elastizität durchs Feuer erlange, und einen der wesentlichen Bestandtheile des Wassers ausmache. Herr Wiegleb hingegen betrachtet Feuer als einen der Bestandtheile dieser Luft, und gründet seine Meinung auf die eigenen Versuche des Herrn Lavoisier.

Als er eine kupferne Röhre von fünf bis sechs Fuß Länge, die entweder mit spiralförmig gebogenem Eisendrathe, oder auch mit Kohle gefüllt worden war, durch ein starkes Kohlfeuer gehen ließ, und zu gleicher Zeit die Spitze eines kleinen gläsernen Helms, der mit Wasser gefüllt worden, in den obern Theil der Röhre legte, deren unteres Ende sich in eine mit Wasser gefüllte Flasche tauchte, so wurde brennbare Luft erzeugt. Wenn Kohle angewendet wird, so erhält man zugleich einen guten Theil fixer Luft; das Eisen in der Röhre wird verkalkt, oder im Falle, daß man Kohle angewendet, in Asche verwandelt.

Die eben erwähnte Erscheinung erklärt Herr Wiegleb auf folgende Art: das Wasser, indem es durch die

Röhre geht, verbindet sich mit dem Feuer und wird in Dampf verwandelt, der, indem er sich gleichfalls mit dem brennbaren Grundstoffe des Eisens verbindet, hierdurch in brennbare Luft verwandelt wird. Um dieß zu beweisen, könnten noch verschiedene andere Versuche angeführt werden.

7. Die Verbindung des brennbaren Grundstoffs mit Phosphorsäure giebt Phosphorus, und mit Vitriolsäure Schwefel.

Alle Begriffe, welche wir gegenwärtig von der Zusammensetzung natürlicher oder künstlicher Körper besitzen, haben wir der Zergliederung zu verdanken; Phosphor und Schwefel waren bekannt, ehe noch ihre Bestandtheile entdeckt worden waren. Die Bemerkung, daß der Phosphor leuchtet, wenn er der Luft ausgesetzt wird, führte natürlicherweise zu dem Gedanken, daß dieser leuchtende Körper eine brennbare Materie enthalte, die sich in der Luft unter der Gestalt eines leuchtenden Dampfes verbreite. Bei weiterer Verfolgung dieses Gedankens fand Homberg und Marggraf, daß diese brennbare Materie zugleich auch eine Säure von ganz eigner Art enthalte. Mittelst der Kenntniß dieser zwei Grundstoffe sahen sich nun die neueren Chemisten in Stand gesetzt, Phosphorus zu bilden, indem sie diese besondre Säure mit dem brennbaren Grundstoffe vereinigten.

Der nämliche Fall war es in Rücksicht des Schwefels, dessen wesentliche Grundstoffe von dem mit Recht berühmten Stahl in ein vollkommen deutliches Licht gesetzt wurden.

8. Daß Kohle aus dem brennbaren Grundstoffe und aus fixer Luft bestehe.

Ehe Herr Wiegleb seinen eignen Satz erklärt, beleuchtet er vorher die Begriffe des Herrn Lavoisier in

Rücksicht des besondern Grundstoffs der Kohle, (des Kohlenstoffs, carbonne) und des brennbaren Grundstoffs, den sie enthält.

Herr Lavoisier glaubt, daß die gemeine Holzkohle aus Kohlenstoff, brennbarer Luft, Erde und Salz bestehe. Als Hr. Lavoisier Holzkohle in verschlossenen Gefäßen einem großen Feuer aussetzte, erhielt er eine kleine Menge brennbarer Luft; und weil diese Kohlen, eine längere Zeit dem nämlichen Grade des Feuers ausgesetzt, keine sichtbare Veränderung erlitten, so glaubte er, daß er durch diese Behandlung alle brennbare Luft davon getrennt habe. Dieses Versuchs wegen betrachtet Herr Lavoisier den Rückstand als Kohlenstoff, eine absolut einfache Substanz, ohne jedoch ihre Einfachheit zu beweisen.

Herr Wiegleb zeigt, daß Kohle ein zusammengesetztes Wesen sey, und

1. aus dem brennbaren Grundstoffe,
2. aus fixer Luft,
3. aus erdigten und
4. aus salinischen Theilchen bestehe.

Die zwei letztern sind in der Asche enthalten und bloße Nebenbestandtheile (accessory), indem sie von den Vegetabilien, aus denen die Kohle gemacht worden, herrühren und zuweilen ganz fehlen.

Nach Herrn Lavoisiers Theorie ist der Kohlenstoff eine einfache Substanz, und die fixe Luft, welche sich bei allen Versuchen, wo eine Zersetzung der Kohle Statt findet, entwickelt, ein neues zusammengesetztes Wesen. In diesen Irrthum ist er dadurch gerathen, weil er nicht bemerkt hat, daß die Kohle nicht zersetzt wird, wenn auf sie in verschlossenen Gefäßen gewirkt wird: denn in die-

sem Falle entsteht eine Verminderung der Luftmasse, und der Rückstand ist fixe Luft. Herr Wiegleb zeigt, daß die Luft stets vermindert werde, wenn der brennbare Grundstoff sich mit der Lebensluft verbindet; da aber dieser, wenn er die Kohle verläßt, in die Luft entweicht, so folgt nunmehr natürlicherweise die fixe Luft, die durch die nämliche Operation frei wird.

Fixe Luft hat nicht selten die geschicktesten Chemisten irre geführt, wenn sie ihr Daseyn zu beweisen suchten; allein wenn wir nur die Vorstellung von ihrer künstlichen Zusammensetzung, welche nicht bewiesen werden kann, fahren lassen, so können wir immer jede nothwendige Kenntniß erlangen. Scheele, dessen Geschicklichkeiten allgemein bekannt sind, ist einer von denen, welche auf diese Art irre geführt worden sind; bald glaubt er, daß er diese Luftsäure (fixe Luft) erhalten, bald daß er sie bloß getrennt habe. Scheele erhielt fixe und brennbare Luft, indem er pulverisirte Kohle dem Feuer aussetzte. Setzt man dem bloßen Feuer fixes kaustisches Alkali, das mit Kohle gemischt und abgerieben worden, in einem gläsernen Helme aus, und fängt das übergehende im pneumatischen Apparate auf, so erhält man eine große Menge brennbare Luft; der Rückstand hat seine kaustische Natur verloren, wird mit Säuren brausen, und ist folglich mit fixer Luft überladen. Bei diesem Versuche wird der brennbare Grundstoff unter der Form von brennbarer Luft getrennt, indeß die fixe Luft sich mit dem fixen Alkali verbindet.

Wenn man eine Mischung von Glötte und pulverisirter Kohle in einem gut lutirten gläsernen Helme einem offnen Feuer aussetzt, so erhält man mit Hülfe des pnevmatischen Apparats fixe Luft, und die Glötte, welche in dem gläsernen Helme bleibt, wird wieder lebendig. In

diesem Versuche wird die fixe Luft offenbar aus der Kohle erzeugt, während dem der brennbare Grundstoff, der sich mit dem Bleikalke verbindet, seine metallische Form wieder herstellt. Das nämliche Resultat erhält man, wenn man Feilspäne von Zink mit fixem kaustischen Alkali destillirt, wodurch die starke Verwandschaft zwischen dem brennbaren Grundstoffe der Kohle und dem des Metalls noch mehr bewiesen wird. Schon wenn man bloß die große Menge fixer Luft, welche bei Distillirung des trocknen Holzes erhalten wird, bedenkt, sollte man natürlicherweise schließen, daß dieser Grundstoff in der Kohle gefunden werden müsse.

9. Die Grundstoffe, woraus die Lebensluft zusammengesetzt ist, sind gänzlich unbekannt.

Noch niemand hat bisher das Verfahren entdeckt, Lebensluft aus ihren Grundstoffen zusammenzusetzen. Herr Wiegleb ersucht alle, welche der entgegengesetzten Meinung sind, dieß zu beweisen; Herr Lavoisier selbst scheint seine Beweise, daß durch Verbindung des (vorgegebenen) Oxygene mit Feuer oder Licht Lebensluft erzeugt werde, für unzureichend zu halten.

Bei allen Versuchen, wo wir diese Luft treffen, geht sie aus der Zersetzung von Körpern, wovon sie einen Bestandtheil ausmachte, hervor: es scheint daher, daß sie von ganz eigner Natur sey, und einen Bestandtheil gewisser Körper ausmache. Sie kann vielleicht in gewissen Säuren gefunden werden, wie dieß bei der Salpetersäure der Fall ist, allein wir sollten ihr deswegen nicht den Namen Oxygene (Sauerstoff) geben, eine Benennung, die mit größerm Rechte dem Feuer beigelegt werden könnte.

10. Fixe Luft kann durch keine künstliche Verbindung hervorgebracht werden.

Dieser Satz läuft der Beobachtung des Herrn Lavoisier und aller Chemisten, welche seinem Systeme folgen, schnurgerade entgegen, und muß, wenn er bewiesen werden kann, dasselbe ganz umstürzen: denn wenn die fixe Luft, welche Herr Lavoisier erhielt, nicht durch Verbindung hervorgebracht (kein Produkt), sondern bloß getrennt (ein Edukt) ist, so fällt das neue System zusammen, und ihr berühmtes Oxygene ist nichts weiter als ein eingebildetes Wesen.

Obiger Satz ist aber durch eine Reihe von Versuchen, welche Herr Gren im Jahr 1786 *) bekannt gemacht hat, und die weder von Herrn Lavoisier noch von irgend einem Vertheidiger der französischen Chemie widerlegt worden sind, hinreichend bewiesen worden. Herr Wiegleb wiederholte die Versuche des Herrn Gren, und ward von ihrer Genauigkeit vollkommen überzeugt.

Wir wollen hier einige der merkwürdigsten ausheben. In dem vierten und achten Versuche verbrannte Herr Gren einigen Phosphor unter einem Recipienten, der mit atmosphärischer Luft gefüllt und unter Wasser gehalten worden, und erhielt ein saures Wasser, welches den Kalk aus dem Kalkwasser niederschlug, allein keine fixe Luft enthielt. Obschon Herr Lavoisier den Phosphor (wiewohl ohne allen Beweis) als einen einfachen Körper

*) Obs. et Exp. circa genesin aeris fixi et phlogist. Halae 1786. 4. In der Folge ist Herr Prof. Gren doch selbst davon abgegangen, und bekennt frei, daß er von vielen Lehrsätzen des antiphlogistischen Systems jetzt vollkommen überzeugt sey. Man sehe mehreres hievon in seinem Journ. der Phys. VIII. B. S.

betrachtet, so ist es doch wahrscheinlicher, wie Sie selbst sehen, daß er einen brennbaren Grundstoff enthalte. Wenn die Behauptung des Herrn Lavoisier vollkommnen Grund hätte; so müßte der Phosphor bei diesem Versuche des Herrn Gren nebst den Theilchen Lebensluft fixe Luft gegeben haben; allein da weder Herr Gren noch Wiegleb diese Luft erhalten konnten, so müssen wir die französische Meinung schlechterdings als ohne Grund annehmen; der Kalk wird bei diesem Versuche durch die Phosphorsäure niedergeschlagen, die sich durch das Verbrennen entwickelt.

In seinem eilften und dreizehnten Versuche verbrannte Herr Gren Phosphor in kleinen Stücken; in acht Kubikzollen der reinsten Lebensluft blieben nach dem Verbrennen drei Achttheile eines Kubikzolls phlogistisirter Luft, und das Wasser enthielt keine fixe Luft. Diese Versuche beweisen den fünften Satz.

In dem neunzehnten, zwanzigsten, ein und zwanzigsten und zwei und zwanzigsten Versuche konnte Herr Gren keine fixe Luft durch das Verbrennen des Schwefels in atmosphärischer Luft erhalten.

In dem vier und zwanzigsten und fünf und zwanzigsten Versuche beweist Herr Gren, daß frisch zubereiteter Bleikalk weder Lebensluft noch fixe Luft enthält.

Spießglanzkönig, Blei, Zink, Schwefel u. s. f. machten mit Salpeter eine Explosion, gaben aber keine fixe Luft.

Lebensluft und brennbare Luft mit einander verbrannt, gaben keine fixe Luft, welches doch der Fall hätte seyn müssen, wenn das System des Herrn Lavoisier auf einem sichern Grunde beruhete.

Die Irrthümer des Herrn Lavoisier haben größtentheils ihren Grund darin, daß er die Kohle als einen einfachen Grundstoff ansieht, ohne jedoch für diese Meinung einen hinreichenden Beweis führen zu können. Herr Wiegleb hat gezeigt, daß sie schechterdings als ein zusammengesetztes Wesen betrachtet werden müsse, und daß bei allen Versuchen, wo Herr Lavoisier fixe Luft erhielt, sie von der Kohle, deren er sich bedienet, blos getrennt worden.

Man hat gesagt, „daß aus keinem Versuche unmittelbar bewiesen werden könne, fixe Luft sey aus reiner Luft und aus Phlogiston zusammengesetzt, und daß, so lange dieß nicht befriedigend gezeigt werden könne, das Daseyn des Phlogiston in Metallen, in Schwefel und in Salpeterluft aufgegeben werden müsse.“ Diese Folgerung beruht indessen auf einem falschen Grundsatz, welcher fixe Luft mit Substanzen zu verbinden sucht, die blos reines Phlogiston enthalten; allein welche Beweise haben wir vor uns, daß fixe Luft ein zusammengesetztes Wesen sey. Wenn diejenigen, welche solchergestalt schließen, die Operationen in der Natur zu Rathe gezogen hätten, so würden diese sie überführet haben, daß wir durch eine Verbindnug der Lebensluft mit Phlogiston niemals fixe Luft erhalten.

Nachdem Herr Wiegleb die vorhergehenden Sätze bewiesen, so ersucht er die Chemisten, zu untersuchen, ob das verbesserte System des Stahl der Wahrheit nicht näher komme? und ob die Versuche, nach demselben nicht einfacher, faßlicher, und leichter zu erklären sind, als mit Hülfe der neuen Theorie des Herrn Lavoisier? Er legt sodann die Quellen vor, welche den Herr Lavoisier in den Irrthum gezogen, und zeigt die Wege, die ihn nach und nach zu seiner neuen Theorie geleitet haben. Allein eine nähere Anführung dieses Theils seiner Abhandlung würde

uns weiter führen, als es der Zweck dieser Vorlesungen uns gestattet.

Aus allem diesem, glaube ich, werden Sie ersehen haben, daß der brennbare Grundstoff noch immer seinen Platz behauptet, und nicht, wie die französischen Physiker sich einbilden, aus der Naturphilosophie verbannt werden kann. Sie müssen indessen nicht erwarten, daß Ihnen dieser Grundstoff handgreiflich, und frei von einem brennbaren Körper, vorgelegt werde, sonst könnten Sie eben so gerecht eine Handvoll Magnetismus oder Schwere u. s. f. fordern. Es giebt Kräfte in der Natur, die auf keine andere Art Gegenstände der Sinnen werden können, als nur vermöge der Wirkungen, die sie hervorbringen; und von eben dieser Art ist der brennbare Grundstoff oder das Phlogiston.

Wo wir uns auch hinwenden, so finden wir, daß jede Wirkung in der Natur das Daseyn des Feuers und des Lichts unter verschiedenen Formen beweist, und von ihrer beständig wirkenden Kraft zeugt. Vermöge ihrer verschiedenen Modifikationen erhalten vorzüglich die Körper ihre besondern und charakterisirenden Eigenschaften. Ihrem phlogistischen Grundstoffe haben die Metalle ihren Glanz, ihre Dehnbarkeit und Elastizität zu verdanken. In Vegetabilien sind sie in Menge vorhanden; ihre Farbe, Geschmack und Geruch hängt ganz davon ab. Obschon beschränkte Ansichten der Gesetze der Natur diesem wirkenden Princip so viele Namen geben als es verschiedene Wirkungen hervorbringt, so hat man doch alle Ursache zu schließen, daß es einerlei wirkende Kraft ist, die zu irgend einer Zeit unter der Form des konzentrirten Lichts den dichtesten Diamant verflüchtigt, und zu einer andern die Wolken zerreißt, und mit unwiderstehlicher Zerstörung der hohen Eiche und der Bergfeste drohet.

Es giebt wohl vielleicht nicht einen Körper in der Natur, in dem sich nicht dieser Grundstoff befände. Wir mögen nun unsre Augen entweder auf das Geräthe unsrer Häuser, oder auf die Bäume im Walde, die Thiere auf dem Felde, die Fische in der See, die See selbst, die mineralischen Lager und Schichten in den Eingeweiden der Erde werfen, überall trift das Auge des Physikers diesen Grundstoff.

Es giebt wohl kaum einen Gegenstand in der Natur, der nicht unter verschiedenen Modifikationen, oder verbunden mit verschiedenen Grundstoffen daraus bestehe. Die Wiederherstellung der Metallkalke in ihre metallische Form, wenn dieser Grundstoff wieder damit verbunden wird, er sey übrigens von einem verbrennlichen Körper in der Natur genommen, von welchem es auch sey, scheint die Sache vollkommen zu bestätigen. Indessen dürfte es doch der Mühe werth seyn, den Begriff von dieser Materie durch Analogie weiter zu verfolgen, und die Verbindung des Phlogiston in so verschiedenen Körpern mit derjenigen mephitischen Luft zu vergleichen, welche in einem Stück Marmor verborgen oder fest seyn soll.

Vor Dr. Hales und Dr. Black's Entdeckungen in Rücksicht der fixen Luft muß es eben so schwer gewesen seyn, sich einen Begriff von einer solchen verborgenen oder fixen Luft zu bilden, als es noch jetzt einigen schwer fällt einzusehen, daß ein Stück Holz, Talg, Bienenwachs oder Eisen eine große Menge dessen enthält, was mit Recht verborgenes oder fixirtes Feuer genannt wird. So wie fixe Luft die wunderbare Eigenschaft hat, in die Substanz eines Stücks Marmor oder Kalkstein einzudringen, und hier auf eine dem menschlichen Verstande unbegreifliche Art verborgen zu liegen, so daß sie schlechterdings allen Anschein von Luft verliert; so hat die Sonnensubstanz

die Eigenschaft, auf gleiche Art in die Substanz einer ungeheuern Menge von Gegenständen der Natur, besonders aber in jede metallische Erde oder Kalke zu treten, hierdurch ihnen ihre metallische Form zu geben, und damit so innig verbunden zu bleiben, daß sie ohne Beihülfe eines chemischen oder mechanischen Prozesses der Entdeckung sowohl durch unser Gefühl als selbst durch das empfindlichste Thermometer spottet.

So wie fixe Luft fähig ist das kaustische Alkali oder den Kalk vollkommen mild und unschädlich zu machen, so hat fixes Feuer die Eigenschaft, die korrosiven und giftigen Metalle gleichfalls mild und unschädlich zu machen. Es giebt vielleicht unter den stärksten konzentrirten mineralischen Säuren bis zu der schwächsten vegetabilischen kaum eine, welche nicht fixe oder mephitische Luft aus alkalischen Substanzen austreibt, und sich damit zu einer Menge Mittelsalzen verbindet. Einige der stärkern mineralischen Säuren, und wahrscheinlich auch die vegetabilische, wenn sie gehörig konzentrirt ist, werden gleichfalls brennbare Luft aus metallischen Substanzen treiben, und indem sie sich damit verbinden, eine Menge Mittelsalze bilden. Diejenigen, welche das Daseyn des Phlogiston läugnen, können dies als eine bloße Trennung der brennbaren Luft von den verschiedenen erdigen oder metallischen Grundstoffen ansehen; allein zuverlässig kann die brennbare Luft mit gleichem Rechte als der Grundstoff der Brennbarkeit angesehen werden, indem er in Verbindung mit Wasser eine neue Form, d. i. diejenige der Luft annimmt; denn die am stärksten konzentrirte Säure, deren wir uns bei diesen Gelegenheiten bedienen können, enthält eine hinreichende Menge Wasser, um in Verbindung mit dem Phlogiston oder dem fixen Feuer, ein Verhältniß derjenigen elastischen Flüssigkeit zu erzeugen, die wir brennbare Luft nennen.

Wenn wir besonders auf diesen Umstand Rücksicht nehmen, so werden wir schlechterdings bekennen müssen, daß dies wirklich der Fall sey, denn die am meisten konzentrirte mineralische Säure läßt ihr Wasser fahren, wenn sich ihre Theilchen mit denjenigen des festen Metalls verbinden. Es entsteht alsdann in der That der Fall einer doppelten Wahlanziehung; die Säure und die metallische Erde vereinigen sich, das Wasser verläßt die Säure, und vereinigt sich mit dem Phlogiston in der neuerhaltenen luftförmigen Zusammensetzung; indessen kann nicht alles Wasser auf diesem Wege frei werden, denn das metallische Salz bedarf eine beträchtliche Menge desselben, um in Kristallen anzuschießen, aus welchen es bei Anwendung einer mäßigen Hitzte in seinem reinen Zustande ausgetrieben werden kann, indem es die Säure und die metallische Erde in Form eines salinischen Pulvers zurückläßt.

Die Menge des Phlogiston, welche in einem Pfunde irgend eines Metalls fest ist, nimmt einen außerordentlich großen Raum ein, wenn es in Verbindung mit Wasser unter der Form von brennbarer Luft ausgedehnt wird. Das nämliche findet bei dem mephitischen Dampfe Statt, welcher von alkalischen Salzen, und absorbirenden Erden entsteht, wenn sie mit einer Säure in einer festen Form gemischt werden: denn hier wird keine fixe Luft aufsteigen. Dies kommt von dem Mangel des Wassers, um sich mit der mephitischen Säure in der Form von fixer Luft zu verbinden; denn so bald als Feuchtigkeit zutritt, so steigt fixe Luft häufig auf. Dieser Ursache müssen wir denn auch einen Theil des Verlusts der Schwere zuschreiben, welcher zuerst von Dr. Black bemerkt wurde, als er Säuren und absorbirende Erden oder alkalische Salze mit einander vermischte.

Fixe Luft als eine Säure neutralisirt und macht das korrosiveste Alkali oder Kalk mild. Dr. Priestley hält das

Phlogiston für den Grund der Alkalescenz; und dem zufolge bemerken wir, daß es, aus welcher Substanz es auch erhalten worden, eine Verbindung mit den korrosivesten mineralischen Säuren eingeht, und ihnen ihre Wirksamkeit als solche raubt. So wird die muriatische Säure, deren die Anatomiker sich einmal zu Verfertigung ihrer Präparate bedient, beinahe ganz neutralisirt und so unwirksam gemacht, daß sie zu dieser Absicht nicht weiter gebraucht werden kann. Die stärkste Vitriol-Säure verliert ihre kaustische Eigenschaft auf gleiche Art, besonders aber in Verbindung mit Oel, Bienenwachs oder Talg, welche viel Phlogiston enthalten. So wie fixe Luft durch Kunst von Marmor und Kalkstein getrennt, und unsern Sinnen merkbar gemacht werden kann, so kann auch der größte Theil dieses fixen Feuers durch Kunst von den Körpern, die es enthalten, getrennt werden, wo es dann unserm Gefühle merkbar, und vom Thermometer angezeigt wird. *)

Meinungen der alten Schriftsteller.

Ich halte es für nützlich und unterhaltend, Ihnen hier die Meinungen der alten Schriftsteller über die Gegenstände vorzulegen, von denen wir in unsern bisherigen Vorlesungen geredet haben. Sie hatten die nämlichen Gelegenheiten, die wir haben, und zogen gleichfalls ihre Kenntniß von den Dingen aus Erfahrung und Beobachtung. Wie tief und weit sie ihre Beobachtungen zu führen im Stande waren, ist schwer mit Genauigkeit zu bestimmen; sie drangen indessen viel weiter, als ihnen von verschiedenen

*) Medical Spectator No. 12.

neuern Schriftstellern zugestanden zu werden scheint, welche alle Kenntnisse als ein neugebohrnes Kind betrachten. *)

Es giebt unzählbare Erscheinungen und Wirkungen in der Natur, welche den Sinnen der Menschen ohne allen physischen Apparat zur Beobachtung frei darliegen; und da die Natur immer übereinstimmend mit sich selbst ist, so läßt sich hieraus sehr wohl ein Schluß auf ihre Kenntnisse physikalischer Grundsätze ziehen.

Man gesteht allgemein den Alten viele Kenntnisse in mechanischen Künsten zu, und es sind von ihnen noch gegenwärtig Denkmäler vorhanden, die von den heutigen Künstlern, ihren Söhnen, nicht haben übertroffen oder auch nur nachgeahmet werden können. Ihre Kenntniß in der Geometrie und Mathematik ist der Grund der unsrigen geworden, und vielleicht können die neuern Zeiten keinen aufstellen, der in diesen Kenntnissen einen Archimed, Euklid und Apollonius überträfe.

Plato, welcher der Stifter und Vater der Akademiker, und ohnstreitig der größte und am meisten geschätzte Philosoph unter den Griechen war, sagt: „daß Feuer

---

*) Von den Kenntnissen der Alten s. Jone's Essay on the first principles of Philosophy, desgleichen Duten's Enquiry. — Es wird überhaupt wohl eine unmögliche Sache bleiben, hierüber irgend entscheidende Bestimmungen zu geben, weil außer nicht selten ganz ohngefähren Zufällen es nicht so wohl auf das ernste Nachdenken, sondern auch auf Empfänglichkeit des Menschen bei Naturerscheinungen ankommt. Indessen bleibt aber immer so viel gewiß, daß so wie der erste Mangel gestillt worden, die eigene Fruchtbarkeit des Erdbodens zur Ernährung dem Menschen mehr Muße giebt, aufzumerken, nachzudenken, selbst nachzuahmen, Fröhlichkeit, Heiterkeit u. s. f. seine Seele zu Eindrücken aller Art empfänglich zu machen — Erfindungen nach und nach von selbst erfolgen müssen, deren denn eine die andere erweckt. G.

und Wärme alle Dinge erzeuge und regiere:" und bei Erklärung der einzelen Umstände lehrt er, daß die animalischen Funktionen durch eine Verwebung der Luft und des Feuers, welche durch den ganzen Körper wirken, unterhalten werden. Dem Feuer schreibt er die Eigenschaft zu, sich von innen auszudehnen, und durch den Körper auswärts zu wirken, indeß das Element der Luft von aussen zusammendrücke, und der Kraft des innern Feuers entgegenwirke. Mittelst dieser Ursachen, und wegen der Unmöglichkeit eines leeren Raums wird gleichsam ein beständiger Kreislauf vermöge der Bewegung der Lungen beim Einathmen und Ausathmen unterhalten. Er schreibt die Erscheinungen am Bernsteine und Magnete, daß sie nämlich Körper anziehen und abstoßen, der Wirkung der nämlichen Elemente zu. Er bemerkt, daß in allen diesen Fällen keine so genannte Attraktion Statt finde, sondern daß die bereits angegebenen Ursachen alle diese Wunder der Natur vermöge ihres wechselseitigen Triebes bewirken.

Da wo er von der Mitwirkung des Elementarfeuers und des Lichts redet, sagt er: dieses sind die abgeleiteten und mitwirkenden Ursachen, deren sich Gott bedient, um sein Werk zur Vollkommenheit zu bringen. Die meisten Menschen sehen auf diese als auf die ersten Ursachen aller Dinge, in sofern als sie Wärme und Kälte bewirken, Zusammenhang und Trennung der Körper erzeugen und alles übrige vollführen.

In dem Timäus zeigt er durch starke Beweisgründe, daß die körperliche Natur sichtbar und fühlbar seyn muß, daß aber nichts ohne Feuer gesehen und ohne etwas Körperliches gefühlt werden könne, so wie nichts Körperliches ohne Erde sey. Daher setzte die Gottheit das Universum aus Feuer und Erde zusammen; allein es ist unmöglich, daß zwei Dinge für sich zusammenhängen, ohne daß ein drittes sich dazu geselle, weil ein gewisses Band zwi-

schein ihnen vorhanden seyn muß, welches beide zusammenhält und verbindet. Allein feste Körper werden nie durch ein, sondern immer durch zwei Zwischenmittel zusammen verbünden. Daher stellte die Gottheit Wasser und Luft in die Mitte des Feuers und der Erde, und schuf sie, so viel als möglich, in dem nämlichen Verhältnisse zu einander, so daß das Feuer zur Luft sey, wie die Luft zum Wasser, und so wie Luft zum Wasser sey, so das Wasser zur Erde.

Wasser, wenn es seine Flüssigkeit durch Gerinnung verliert, scheint Stein und Erde zu werden, da hingegen es, so wie es verflüchtigt und zerstreut wird, in Dampf und Luft übergeht. So wird auf gleiche Art Luft, wenn sie verbrannt wird, zu Feuer, so wie im Gegentheil Feuer, wenn es konkret wird und auslöscht, wieder die Form von Luft annimmt u. s. f. Hieraus sieht man, daß sie gegenseitig zu ihrer Erzeugung unter sich nach einer gewissen kreisförmigen Progression das ihrige beitragen. Ferner muß man wissen, daß es verschiedene Arten von Feuer giebt, z. B. Flamme, und dasjenige, welches von der Flamme angezündet wird, welches in der That brennt, allein dem Auge kein Licht darbietet, und das, wenn die Flamme ausgelöscht wird, in dem glühenden Zustande verbleibt. Ferner: Diese Entweichung von Feuer nennen wir Abkühlung, die Vereinigung aber, welche Statt findet, wenn Feuer abwesend ist, nennen wir eine Konkretion und kalte Erstarrung. Feuer, wenn es in die leeren Räume des Wassers dringt, so wie Wasser in diejenigen der Erde, wirkt auf das Wasser auf gleiche Art, wie Feuer auf die Luft, und wird jetzt zur Ursache der Flüssigkeit oder Schmelzung. *) Aus diesen angeführten Stellen, welche noch weiter erläutert und bestätiget werden könnten,

*) S. Tailor's Translation of the Cratylus, Parmenides and Timaeus of Plato.

erhellet, daß die Alten das verborgene Feuer, oder seine Wirkungen kannten, und daß sie durch Beobachtung und Aufmerksamkeit auf die ersten Principe, Grundgesetze entdeckten, welche die neuern Philosophen in Dunkelheit und Zweifel eingehüllt haben.

Die alten Platoniker theilten die Natur in zwei Theile, einen wirkenden und einen leidenden. Sie hielten es für unmöglich, daß Körper zusammenhiengen, wenn sie nicht vermöge irgend einer Kraft zusammengehalten würden, und daß diese Kraft durch irgend eine Materie ausgeübt werden müsse. Bei Unterscheidung der verschiedenen Anwendungen der Elemente eigneten sie der Luft und dem Feuer die Kraft zu, Bewegung mitzutheilen, und Wirkungen hervor zu bringen; der Erde und dem Wasser hingegen eine Leidendheit, oder eine Geneigtheit, ihren Eindruck anzunehmen. Wärme und Kälte, oder nach dem Ocellus Lucanus, die Kräfte des Feuers und der Luft, sind die Ursachen und Wirkungsmittel, und die Trockenheit und Feuchtigkeit der Erde und des Wassers verschaffen ihnen Materialien, worauf sie wirken können.

Zeno, der Anführer der Stoiker, glaubte, daß die Natur durch ein Elementarfeuer, welches durch alle Theile derselben verbreitet sey, unterhalten würde; daß es keinen leeren Raum gebe, indem das Universum so vollkommen in sich selbst verbunden sey, daß zwischen den irdischen und himmlischen Dingen der innigste Zusammenhang bestehe.

Hippokrates behauptet, als er von dem Elemente des Feuers redet, daß es alles in dem Körper nach einer eigenen Art, und übereinstimmend mit dem Universum anordne, so daß das Kleinste dem Größten und das Größte dem Kleinsten gleich sey, daß es durch das ganze Universum herrsche, und alles zufolge der Ordnung der Natur regiere, indeß es selbst verborgen und seiner beständigen

Strebsamkeit ohngeachtet in seinen Wirkungen nicht bemerkt wird. Diese Meinung wird Ihnen das ganze Geheimniß der heidnischen Abgötterei enthüllen. Die verkehrten Philosophen der heidnischen Welt waren mit dem Einflusse dieser Elemente auf alle Dinge sehr wohl bekannt, da sie aber von dem wahren und lebendigen Gott keine Kenntniß hatten, so hielten sie es für unmöglich, daß Luft und Feuer solche Wunder bewirken könnten ohne selbst göttlich zu seyn, daher sie es denn als unsterblich und göttlich anbeteten. So erfüllten auch die Chaldäer allen Raum mit Luft, welche sie den allernährenden Aether nannten, und ihr ein allbelebendes Feuer zugesellten.

Die vorhergehenden Vorlesungen werden Ihnen gezeigt haben, auf welche Art diese unsichtbaren Wirkungsmittel, welche von den Alten vergöttert wurden, von der göttlichen Vorsicht angewendet worden sind, die Operationen in der Natur auszuführen: Sie haben gesehen, welche große Wirkungen durch die Wirkung der Elemente auf einander erzeugt werden. Ihre Natur, Eigenschaften, Kräfte und Wirkungen sind die ächten Gegenstände der physiologischen Untersuchung, und eröfnen eine so große Quelle der Unterhaltung und Vervollkommung, die der durchdringende Verstand eines Newton, wenn er auch tausend Jahre leben sollte, nie im Stande seyn würde zu erschöpfen. Bereits hat schon die Kenntniß der natürlichen Wirksamkeit der Elemente beträchtliche Verbesserungen in Künsten und Manufakturen bewirkt. Und in der That kann kein Künstler seine Kunst weiter verfolgen, ohne zu sehen, wie nothwendig ihm die Elemente zu seinen Werken sind, und wie unzureichend alle Handarbeit ohne ihren Beitritt seyn würde. Es sind bereits große Dinge geschehen, und ungleich mehrere können bewirkt werden, wenn man näher in ihre Kenntniß und in ihre gehörige Anwendung eindringt. Es ist ein Hauptunterschied zwischen natürlichen und künstlichen Operationen, daß die Natur das Innere durch-

dringt, während die Kunst nur auf der Oberfläche verweilt. Wenn Sie daher wirken wollen, so wie die Natur wirkt, so müssen Sie Sich auch der Wirkungsmittel bedienen, deren sie sich bedient. *)

Auch werden Sie bereits bemerkt haben, daß so wie Sie irgend eine Kenntniß erlangten, Sie zugleich auch unvermerkt eine, wiewohl noch unvollkommne Kenntniß von andern Dingen mit erhielten, wovon Sie anfangs keinen Begriff hatten. So wird gleichfalls ein Zweifel selten gelöset, ohne zu einem andern Gelegenheit zu geben. Bei Ihren fernern Fortschritten durch das Feld der Wissenschaft werden Sie oft gewahr werden, welches Geheimniß in Rücksicht andrer noch übrig bleibt, indeß im Gegentheil Sie auch in Schwierigkeiten verwickelt werden, die Sie gar nicht zu durchdringen vermögend sind.

Es ist mit vielem Grunde von Dr. Priestley bemerkt worden, daß keine philosophische Untersuchung als vollkommen angesehen werden könne, wo in Rücksicht irgend eines Umstandes noch ein Zweifel übrig bleibt, indeß herrscht unter allen Dingen in dem Systeme der Natur eine so innige Verbindung, daß jede Entdeckung uns neue Gegenstände der Untersuchung und fernern Nachforschung darbietet. Je größer der Lichtkreis ist, desto ausgedehnter ist auch die Gränze der Dunkelheit.

---

*) Jone's physiological disquisitions.

Ende des ersten Theils.

Beschreibung der Figuren auf den Tafeln welche zum ersten Theile der Vorlesungen über die Physik gehören.

Fig. 1. Taf. I. ist eine perspektivische Vorstellung der doppelten Luftpumpe, nach der Bauart des Herrn Prince von Massachusets State in Amerika. Die besonders eigenen Vortheile und das, was diese Einrichtung derselben um so empfehlungswerther macht, habe ich bereits im Anhange zur dritten Vorlesung weitläuftiger erklärt. Auch werden, wie ich hoffe, die Grundsätze, nach welchen diese Luftpumpe sich wirksam äußert, in meinen Vorlesungen über die Luft hinreichend bewiesen worden seyn, so daß ich eigentlich hier weiter nichts nöthig habe, als den Apparat näher zu beschreiben, wie er auf verschiedenen Tafeln, die zu diesem ersten Bande gehören, vorgestellt worden ist: unter diesen verdient die Luftpumpe gewiß als das wichtigste Instrument angesehen zu werden, nicht nur, weil es Unterhaltung gewährt, sondern besonders, wegen der nähern Bestimmung und Erläuterung, die eben hierdurch beinahe jeder Zweig unsrer Kenntnisse erhält. Diese Figur stellt die Luftpumpe mit einem Recipienten auf ihrem Teller, und mit der Barometerprobe vor, genau in der Lage, wie sie beim Auspumpen der Luft Statt findet. A A sind zwei messingene Zilinder, in denen die Kolben

sich bewegen; die Zilinder haben mit dem Recipienten auf dem Teller der Luftpumpe vermittelst der Röhre B C und dem Kanale D E Gemeinschaft; die Kolbenstangen sind mit F und G bezeichnet, deren jede an der Seite gezahnt ist, so daß bei I das Rad in Eingriff mit den Zähnen der Stangen kommt. Wendet man nun die Kurbel H, die an der Welle dieses Rads befestiget worden, zurück oder vorwärts, so werden die Stangen nebst dem daran befindlichen Kolben gehoben oder gesenkt, wodurch solchemnach die Luft aus dem Recipienten K L, der Röhre B C und dem Kanale D E gepumpt wird, welche, da sie alle mit einander in gemeinschaftlicher Verbindung stehen, gleichsam als ein einziges Gefäß angesehen werden können. Oberhalb eines jeden Zilinders ist eine Platte, auf welcher eine Büchse m n sich befindet, welche die Lederbekleidung enthält, so daß auf diese Art der zilindrische Theil der Kolbenstangen luftdichte wird, während er auf- und abwärts bewegt wird; o o ist der Ort, wo die Klappe oberhalb der Platte liegt, in welche eine Röhre gelöthet ist, welche die Luft von den Klappen zum Gange führt, der unter die Klappenpumpe geht. P stellt die Klappenpumpe vor, welche die Absicht hat, den Druck der Atmosphäre zu verhindern, daß er keine Wirkung auf die Klappe oberhalb der Platte äußern kann. Q ist die Kolbenstange dieser Pumpe und R die Kurbel, um sie in Bewegung zu setzen. Y ist ein Hahn, um gelegentlich und in erforderlichen Fällen die Verbindung zwischen dem Recipienten und den übrigen Theilen der Pumpe aufzuheben. S ist eine Schraube, welche die Oefnung des Kanals D E schließt; so wie man diese losläßt, kann alsdann die Luft in erforderlichen Fällen wieder eingelassen werden. Z ist ein Oelgefäß zum Aufnehmen des Oels, was während dem Pumpen etwa ausgelaufen seyn dürfte. Ich erinnere hier noch, daß jederzeit nur eine kleine Menge Oel in den Bechern der Büchsen m n sich befinden müsse

worin die Lederbekleidung liegt, durch welche die Kolbenstange geht. a b c ist die Barometerprobe; d e die Büchse oder der Behälter für das Quecksilber, an der Röhre liegt ein Bret, worauf ein Maßstab verzeichnet worden, um das Steigen oder Fallen des Quecksilbers darnach zu berichtigen, das untere Ende der gläsernen Röhre umgiebt eine kleine Röhre von Elfenbein, die auf dem Quecksilber in dem Behälter schwimmt; das obere Ende dieser Röhre muß jederzeit so stehen, daß es mit der untern Theilung auf dem Maßstabe zusammentrifft, welches vermittelst der Schraube unterhalb dem Behälter erhalten werden kann: ist dieses Zusammenfallen mit der Theilung berichtiget, so geben die Theilungen auf dem Maßstabe den wahren Abstand von der Oberfläche des Quecksilbers in dem Behälter. f ist ein Schlüssel zum Anziehen und Loslassen der Schrauben an der Pumpe.

Nachdem ich bereits in dem Anhange zur dritten Vorlesung die Grundsätze erklärt habe, nach welchen diese Pumpe ihre Wirkung äußert, so habe ich hier nur bloß noch zu bemerken, daß so wie einer der Kolben unterhalb steht, eine freie Verbindung von dem Recipienten durch die Röhren und dem Kanale zu dem Theile des Zilinders über dem Kolben Statt hat; steigt nun der Kolben, so treibt er alle Luft über demselben durch die Klappe an der obern Platte heraus; da nun diese Klappe verhindert, daß die Luft innerhalb den Zilinder wieder zurücktreten kann, wenn der Kolben herabgeht, so entsteht dazwischen und der untern Fläche der obern Platte ein leerer Raum; sobald nun aber der Kolben unter die Oeffnungen gekommen, welche vermöge der Röhre mit dem Recipienten in Verbindung stehen, so strömt die Luft daraus in den ausgepumpten Zilinder, welche dann beim nächsten Aufsteigen des Kolben wieder wie vorher herausgetrieben wird. Um nun zu verhindern, daß der Kolben bei seinem Niederge-

hen keinen Widerstand erhalte, befindet sich innerhalb demselben eine Klappe, wodurch diese Luft einen freien Durchgang erhält, so wie er herabgeht, ob dieß freilich an sich nicht eben erforderlich ist, als nur in sofern, daß der Kolben dadurch Erleichterung erhält, so wie denn auch die in demselben befindliche Klappe keinesweges die Verdünnung hindert. Die Klappenpumpe dient, wie ich schon oben bemerkt habe, um den Druck der Atmosphäre von der Klappe auf der obern Platte der Pumpe wegzunehmen, und um einen mehr vollkommnen leeren Raum zwischen dieser Platte und dem Kolben zu erhalten, indem solchergestalt dieses Instrument während dem Auspumpen gar keine Hinderniß findet.

Die Barometerprobe a b c dient, die Luftverminderung des Recipienten zu bestimmen, und besteht aus einer Röhre, (welche vermöge eines Maßstabes, der damit verbunden worden, und in Zolle und einzelne Theile eines Zolls getheilt ist), deren obere Oefnung mit dem Recipienten in Verbindung steht, die untere aber in einen Behälter mit Quecksilber gesetzt worden.

Ehe das Auspumpen Statt findet, hat das Quecksilber in der Röhre und in dem Behälter einerlei Fläche; nach irgend einer Anzahl von Pumpzügen, wenn die Luft in dem Recipienten und in der Röhre gleiche Verdünnung erlitten hat, wird das Quecksilber in der Röhre steigen, bis die Schwere der Säule über der Oberfläche des Quecksilbers in dem Behälter, und die Elastizität der Luft zusammengenommen, gleich sind der Schwere der Atmosphäre; ist nun die Höhe der Säule gleich der Normalhöhe, so ist der leere Raum in dem Recipienten, und derjenige über dem Quecksilber in dem Barometer einander vollkommen gleich.

Fig. 12. Taf. I. ist eine Heberprobe, deren man sich gelegentlich statt der Barometerprobe bedienen kann.

Fig. 11. Taf. I. ist die Birnprobe, wie ich sie in meinen Vorlesungen beschrieben habe.

Fig. 4. 5. 6. 7. 8. sind verschiedene Arten von Klappen. In Fig. 4. ist die Oefnung mit einem Stück geölter Taffent bedeckt, welcher locker oberhalb der Platte liegt, um solchergestalt leicht geöfnet werden zu können, so wie die Luft unterhalb darauf wirkt; Fig. 5 ist eine messingene Halbkugel, die in einer hohlen Halbkugel inne liegt; man bedient sich ihrer gelegentlich bey Pumpen; Fig. 6. ist eine kegelförmige Klappe, deren man sich gleichfalls bey Luftpumpen bedient hat; Fig. 7. ist ein flaches Stück Messing, welches über den Oefnungen liegt, wodurch das Wasser gehen soll. In seiner Lage wird es vermittelst zweier Seitenstücke oder Ohren g h erhalten, wodurch die Stifte i k gehen; Fig. 8. ist die gewöhnliche Wasserklappe, welche aus einer Platte und einer Lederfassung besteht.

Fig. 2. Taf. I. stellt eine gewöhnliche Tischluftpumpe vor; A, A sind zwey Zilinder von Messing, die in der senkrechten Lage auf den viereckigen hölzernen Tische EFGH durch dem Querriegel T T erhalten werden, welcher darauf vermittelst der Schrauben O, O oberhalb der zwey Pfeiler N, N gehalten wird: von der Oefnung mitten in der Pumpplatte geht ein Kanal in den messingenen Theil D bis vorwärts bei K, wo sich eine Schraube befindet, um gelegentlich Luft einzulassen: von dem erwähnten Kanale geht unter rechten Winkeln ein Kanal zum erstern, der bis zur Mitte der untern Fläche jedes Zilinders geht, wo sich bei beiden eine Klappe befindet, die sich aufwärts öfnet, um Luft in die Zilinder zu lassen; ein Kolben ist genau für jeden Zilinder gepaßt, so daß keine Luft dazwischen und den Seiten des Zilinders zudringen kann; jeder Kolben hat eine Klappe, die sich

oberwärts öfnet, damit die Luft in dem untern Theile des Zilinders durch sie in die gemeine Luft übertreten kann; zugleich sind sie vermittelst der gezahnten Stange und eines Rades dergestalt mit einander verbunden, daß sie beide vermittelst der Kurbel gehoben oder gesenkt werden können, die an die Welle des Rades befestiget wird, welches in die gezahnten Stangen eingreift; bei einerlei Umdrehung der Kurbel wird der eine Kolben gehoben, während dem der andre niedergeht.

Zwei Zilinder sind sehr vortheilhaft, nicht nur um die Arbeit geschwinder zu vollenden, sondern auch weil die Schwere der Luft, so wie sie auf den sich erhebenden Kolben drückt, von der nämlichen Schwere, die auf den andern niedersteigenden Kolben drückt, ins Gleichgewicht gebracht wird.

Ich habe bereits in den Vorlesungen über die Luft gezeigt, daß die Wirkung der Luft von der Elastizität derselben abhängt. Wenn einer von den Kolben aufwärts gehoben wird, so entsteht hinter demselben ein leerer Raum, und da der Druck solchergestalt von der Klappe am Boden des Zilinders aufgehoben wird, so wird sich diese Klappe vermöge der Elastizität der Luft in dem Recipienten öfnen, und die Luft, die jetzt hinein strömt, wird gleichförmig durch den Recipienten vertheilet werden, indem der Kanal diesen mit der untern Klappe und dem Innern des Zilinders verbindet. Allein wird der Kolben niedergelassen, so wird die Klappe am Boden des Zilinders geschlossen, und die Luft darin verdichtet, welche jetzt die Klappe in dem Kolben öfnen, und fortgehen wird; so wird die Luft, die sich in dem Zilinder befindet, frei gemacht, und bei jeder Umdrehung der Kurbel wird eine Menge Luft, dem Inhalte des Zilinders gleich, und von eben derjenigen Dichtigkeit als diejenige in dem Recipienten, ausgepumpt.

Hinter dem großen Recipienten LM befindet sich ein kleiner Teller, um einen kleinen Recipienten PO aufzusetzen; von der Oefnung in der Mitte dieses Tellers geht ein Kanal, der mit demjenigen in Verbindung steht, welcher von dem großen Recipienten zu den Zilindern geht; unter diesem Recipienten befindet sich eine kleine Flasche mit Quecksilber, eine kleine Röhre mit Quecksilber gefüllt, und von aller Luft befreiet, desgleichen mit dem ofnen Ende in das Quecksilber umgekehrt: man nennt diese Vorrichtung, die kurze Barometerprobe. Da die Luft aus dem Recipienten PO zur nämlichen Zeit gepumpt wird, als dies aus dem großen LM geschieht, so wird das Fallen des Quecksilbers in der Röhre den Grad der Verdünnung in dem Recipienten anzeigen; das Quecksilber in dieser Röhre fängt nicht eher an zu fallen, als bis beinahe drei Viertheile der Luft ausgepumpt worden sind; und die Luft, sagt man, sey um so vielmal dünner als die Atmosphäre, je nachdem die Quecksilbersäule, die in dieser Röhre erhalten wird, geringer ist als die Höhe, unter welcher das Quecksilber zu dieser Zeit in einem gewöhnlichen Barometer steht.

Fig. 3. Taf. I. ist eine kleine Pumpe mit einem einfachen Zilinder, und zwei Tellern, einer für den Recipienten, der andere für die kurze Barometerprobe. Diese Pumpe wirkt auf die nämliche Art, wie die letzt beschriebene, so wie sie auch von gleicher Bauart ist, ausgenommen, daß hier nur ein Zilinder ist, und daß der Kolben blos mit der Hand seine Bewegung erhält; eine nähere Beschreibung derselben würde unnöthig seyn.

Fig. 16. Taf. I. stellt einen Teller mit einer Büchse vor, worin sich eine Lederbekleidung befindet, nebst einem Drathe, welcher dazwischen auf- und abwärts geschoben werden kann.

Ich habe bereits in den Vorlesungen angeführt, daß wenn irgend eine scharfe Genauigkeit erforderlich ist, der Recipient nicht auf Leder, er sey nun mit Oel oder Wasser getränkt, gesetzt werden müsse. Ich will hier nur noch beifügen, daß es in jedem Fall besser ist, den Rand des Recipienten mit einem Talglichte zu reiben, und so viel Talg daran zu lassen, daß er beinahe die Stärke eines Schillings beträgt. Ich glaube, daß überhaupt genommen, dieses Verfahren weniger schmutzig und mühsam ist, als die Anwendung eines geölten Leders; denn man kann sodann, wenn man die Recipienten wegnimmt, sie auf ein Blatt Papier setzen, bis sie wieder gereiniget worden sind.

Insgemein wird das Leder, dessen man sich bedient, um die Recipienten auf den Teller der Pumpe zu setzen, und solchergestalt die Verbindung mit demselben luftdicht zu machen, entweder im Wasser oder im Oel erweicht, oder man bedient sich dieserwegen einer Mischung von Bienenwachs und Schweinefatt. So muß man auch entweder eingeweichtes Leder, oder Talg anwenden, wenn eine Platte an einen Recipienten aufgesetzt werden soll, oder wenn zwei Stücke mit einander verbunden und luftdicht gemacht werden müssen.

Apparat zu Versuchen, die ausdehnende Kraft oder die Elastizität der Luft zu zeigen.

Man nehme eine Blase, und drücke die Luft daraus, binde hierauf den Hals feste zu, und hänge so die Blase unter einen Recipienten, den man hierauf auf den Teller der Luftpumpe setzt, und die Luft auspumpt, so wird die Blase während dem vermöge der Federkraft der darin noch zurückgebliebenen wenigen Luft ausgedehnet und aufgeblasen werden: läßt man aber wieder

Luft unter den Recipienten, so wird auch unmittelbar die Blase wieder zusammenfallen, und ihre vorige Gestalt annehmen. Eine Blase, so wie sie unter diesen Umständen unter dem Recipienten ausgedehnt worden, nachdem man den äußern Druck der Luft auf dieselbe weggenommen, ist Fig. 10. Taf. I. vorgestellt.

Ein Apparat von einer Kugelflasche mit einem langen Halse und einem Wassergefäße Fig. 18. Taf. I. verschaft zwei wichtige Versuche um die Ausdehnbarkeit der Luft zu zeigen; die gläserne Kugel A beträgt ohngefähr einen Zoll im Durchmesser, deren Hals eine Länge von 3 oder 4 bis 5 Zoll hat; das Wassergefäße B wird bis gegen die Hälfte mit Wasser gefüllt.

Man setze diesen Apparat auf die Pumpe, und bedecke ihn mit einem Recipienten, pumpe die Luft aus, wo denn der Druck derselben von der Oberfläche des Wassers in dem Gefäße weggenommen werden wird: da nun die Luft in der Kugelflasche keinen Gegendruck weiter erleidet, so sucht sie sich auszudehnen, und dringt durch das Wasser in Gestalt großer runder Luftblasen. Läßt man jetzt wieder Luft unter den Recipienten, so wird ihr Druck auf die Oberfläche des Wassers dieses in die Kugelflasche treiben, denn je größer die Menge der Luft war, welche ausgepumpt worden, um desto mehr wurde die Federkraft der zurückbleibenden Luft geschwächt; sie muß daher der drückenden Kraft der äussern Luft nachgeben, die jetzt auf das Wasser wirkt, und dieses so weit in dieselbe treibt, bis sie von gleicher Dichtigkeit mit der äußern Luft geworden, und solchemnach das Vermögen erhalten hat, den nämlichen Grad der Elasticität zu äußern. Die Größe dieser Luftblase, verglichen mit der Größe der Kugelflasche, zeigt also, wie groß die ganze Menge Luft gewesen, die nach dem Auspumpen zurückgeblieben ist.

Man fülle die Kugelflasche beinahe ganz mit Wasser, und lasse nur noch oberhalb eine kleine Luftblase; so kehre man sie um, tauche den Hals in das Wassergefäß, und setze so alles unter einen Recipienten: beim Auspumpen wird sich nunmehr diese kleine Luftblase ausdehnen, und alles Wasser aus der Kugelflasche heraustreiben; denn so wie der Druck der Luft, wodurch das Wasser in der Kugelflasche erhalten wird, weggenommen, so äussert sich itzt die Federkraft der Luft thätig, und treibt solchemnach alles Wasser heraus.

Ein andres Beispiel von der elastischen Kraft der Luft, und ihrer Wirkung, wenn sie von dem aufliegenden Drucke befreiet wird, ist vermöge der Ausdehnung der Blase, die sich an dem breiten Ende eines Eyes zwischen dem Häutchen und der Schale desselben befindet; denn macht man eine schwache Oeffnung an dem schmalen Ende, und kehrt diese in ein Glas, so wird diese Luftblase alles Innere des Eyes durch die kleine Oefnung am schmalen Ende heraustreiben.

Man breche ohngefähr den dritten Theil der Schale am schwachen Ende eines Eyes eben und flach ab, und lasse alles Weiße und Gelbe des Eyes herauslaufen, wo man jetzt am Boden die Luftblase sehen wird, die sich zwischen den Häutchen und der Schale befindet; man lege das Ey in ein enges Glas, setze so alles auf den Teller der Luftpumpe, und einen Recipienten über beides; pumpe nachher die Luft aus, wo die Luft in der Blase sich ausdehnen wird, so daß sich die Haut erhebt, und die Schale ausfüllt, bis sie beinahe dem Eye ganz ähnlich geworden. Indessen ist dieß nur der Fall, wenn das Ey noch frisch ist, denn diese Elasticität wird zerstört, wenn das Ey durch langes Liegen anbrüchig geworden ist.

Man nehme eine kleine viereckige gläserne Flasche, deren Wände sehr schwach sind indeß ihre Oeffnung oder Mündung vermittelst eines Korks durch übergossenes Wachs genau geschlossen worden ist, damit keine Luft innerhalb Zutritt finden kann. So lege man sie unter einen Recipienten, und pumpe die Luft aus, wo dann die Federkraft der innern Luft, da sie von der äußern keinen Gegendruck erleidet, sich mit solcher Gewalt ausdehnen wird, daß sie jetzt im Stande ist, die Flasche in Stücke zu zerbrechen. Bei Anstellung dieses Versuchs muß man ein starkes Papier oder Leder auf den Teller der Luftpumpe legen, um zu verhindern, daß er nicht Schaden leide Fig. 2 Taf. III. Wenn man den nämlichen Versuch mit der Flasche und einem darüber gesetzten Gehäuse oder Gatter unter Wasser anstellt, so ist die Kraft so stark, daß die ganze Luftpumpe dadurch erschüttert wird.

Taf. I. Fig. 13 stellt ein gläsernes Gefäße vor, über dessen ein Ende eine Blase gebunden worden ist; so setzt man es auf den Teller der Luftpumpe, und einen Recipienten darüber; wird nun die Luft aus dem Recipienten gepumpt, so drückt die innere eingeschlossene Luft vermöge ihrer Federkraft so stark auf die Blase, daß sie ganz zerrissen wird. Die Blase, deren man sich zu dergleichen Versuchen bedient, muß schwach seyn.

Taf. II. Fig. 6. ist eine Anzahl von schweren bleiernen Gewichten, welche vermittelst einer messingenen Einfassung mit drei Pfeilern gehalten werden; ihr Druck geht auf eine halb aufgeblasene Blase, die darunter gelegt worden. So wird jetzt dieser Apparat auf die Luftpumpe gesetzt, und mit einem Recipienten bedeckt; pumpt man nun die Luft aus, so hebt die Ausdehnungskraft der Luft in der Blase jetzt nach und nach diese auf ihr liegenden Ge-

wichte; allein läßt man wieder Luft zu, so setzt sich die Blase gleichfalls, und die Gewichte gehen wieder herab, wie sie vorher waren.

Von der Federkraft der Luft in den Zwischenräumen der Körper.

Man lege einen eingeschrumpften Apfel auf den Teller der Luftpumpe, setze einen Recipienten darüber, und pumpe die Luft aus, so wird jetzt diejenige, welche sich innerhalb der Zwischenräume des Apfels befindet, sich ausdehnen, und die Schale auftreiben, so daß das eingeschrumpfte Ansehen aufgehoben wird; läßt man aber wieder Luft ein, so erhält er wieder das vorige Ansehen.

Man befestige etwas Blei an ein Stück Kork, so daß der letztere im Wasser zu Boden fällt: wird nun alles unter einem ausgepumpten Recipienten gebracht, so dehnt sich die Luft in den Zwischenräumen des Korks aus, und schwellt ihn an, so daß er jetzt leichter als Wasser wird, sich hebt, und oben auf dem Wasser schwimmt: läßt man aber wieder äußere Luft zu, so drückt sie jetzt wieder auf den Kork, daß er zu Boden sinkt; die Luftblasen, welche auf der Oberfläche des Korks stehen, machen ein angenehmes Ansehen, indem sie wie Thautropfen auf den Grashalmen aussehen; sie verschwinden aber, so wie Luft zugelassen wird.

Man gieße etwas Bier in ein Gefäß, und setze es unter einem Recipienten auf den Teller der Luftpumpe; wird nunmehr die Luft ausgepumpt, so wird sich die Luft innerhalb dem Biere ausbreiten, und als ein Schaum aufn — 3 zur Oberfläche steigen: dieses schäumige Ansehen entsteht von der Zähigkeit der Substanz, welche verhindert, daß die Luftblasen zerplatzen, so wie sie in die Höhe steigen; wird aber wieder Luft zugelassen, so ziehen sich

die Luftblasen gleichfalls wieder zusammen und verschwinden. Kostet man ein solches Bier, so wird man finden, daß es allen Geist und alle Kraft verloren hat.

Auf gleiche Art wird, wenn warmes Wasser unter einen Recipienten gesetzt wird, beim Auspumpen der Luft ein Aufwallen Statt finden; zuerst werden kleine Luftblasen aufsteigen, worauf bald größere folgen, die mit solcher Geschwindigkeit empor kommen, daß das Wasser dadurch in Bewegung gesetzt wird, und es das Ansehen erhält, als ob es koche.

Legt man ein Ey in ein Wassergefäß unter einem Recipienten, so wird man beim Auspumpen sehen, wie die Luft auf eine sehr unterhaltende Art in kleinen Strömen durch das Wasser von den Zwischenräumen des Eyes aufsteigt. Das nämliche ereignet sich bei verschiedenen andern Substanzen, z. B. bei den meisten Vegetabilien, oder bei irgend einem Stück Holz, wenn es unter Wasser gelegt wird, und man einen Recipienten darüber stellt.

Taf. II. Fig. 8. stellt einen Springbrunnen vor, welcher so eingerichtet worden, daß er vermöge der eingeschlossenen Luft wirkt. Er besteht aus einer Flasche, die zum Theil mit Wasser gefüllt ist, und oberhalb ist Luft, die aber nicht weichen kann, weil der Deckel luftdichte gemacht worden ist; eine gläserne Röhre von hinreichender Länge, so daß sie beinahe bis auf den Boden des Glases reicht, wird in den messingenen Deckel eingeküttet, und in dem Deckel ist eine kleine Oefnung genau über der Oefnung der Röhre. So wird nun diese Flasche auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, und ein Recipient darüber gedeckt. Wird nun der äußere Druck vermindert, so drückt jetzt die eingeschlossene Luft auf die

Oberfläche des Wassers, so daß es durch die gläserne Röhre und die Oefnung in dem Deckel dringt, wo es in die Höhe steigt, und einen sehr unterhaltenden Wasserstrom, einem Springbrunnen ähnlich, erzeugt.

Taf. II. Fig. 7. ist ein anderer Apparat zu dem nämlichen Versuche, nur daß man hier dafür gesorgt hat, daß das Wasser nicht auf den Teller der Pumpe falle, welches vermittelst einer gläsernen Bedeckung a b verhindert wird; in dieser Bedeckung befindet sich eine kleine Oefnung, um die Luft herauszulassen.

Taf. II. Fig. 2. ist ein kleiner Apparat, der nach den nämlichen Grundsätzen wirkt, und die Absicht hat, die nämliche Erscheinung anschaulicher zu machen; das Faß ist beinahe ganz mit gefärbtem Wasser gefüllt; oberhalb dem Fasse ist eine Figur, von deren Munde eine gläserne Röhre geht, die durch das Gefäß fortgeht, und beinahe bis zum Boden des Gefäßes reicht; eine andere Röhre geht von dem Nacken unterwärts, und endigt sich nicht tief in dem Fasse. Wird nun diese Vorrichtung unter einen Recipienten gesetzt, und die Luft ausgepumpt, so treibt die Federkraft der Luft, welche auf das Wasser drückt, dieses in der Röhre aufwärts durch den Mund, wo es denn durch die andre Röhre wieder herab in das Faß läuft. Um diesen Versuch noch unterhaltender zu machen, bringt man zugleich eine Blase an, die nur etwas weniges Luft hat, und durch irgend eine Bekleidung z. B. eines Hemdes verdeckt wird; wird nun jetzt der Druck der Luft aufgehoben, so dehnt sich die Blase aus und schwellt das Hemde auf, so daß es das Ansehen hat, als ob dieses von der getrunkenen Flüssigkeit herrühre, die der kleine Bacchus zu sich genommen.

Fig. 11. Taf. III. ist ein Apparat, um zu zeigen, daß die Federkraft der Luft mit einer Stärke wirkt, die dem Drucke der Luft gleich ist, indem eben dadurch eine Säule Quecksilber zur nämlichen Höhe gehoben wird. A ist eine Flasche, die beinahe mit Quecksilber ganz angefüllt worden; B C ist eine Röhre, woran eine Schraube befestiget ist, welche oberhalb der Flasche angeschraubt werden kann, indeß der untere Theil der Röhre beinahe den Boden erreicht. D F E ist ein Recipient, und eine starke Röhre, die über diesen Apparat oberhalb reicht, wenn solchergestalt alles auf den Teller der Luftpumpe gesetzt wird. Je nach Verhältniß, als jetzt die Luft ausgepumpt wird, steigt das Quecksilber in der Röhre, vermöge der Federkraft der eingeschlossenen Luft, bis es die nämliche Höhe erreicht hat, als es in der Barometerröhre steht; es dient dieses zum Beweis, daß die Federkraft der Luft mit der nämlichen Stärke, wie der Druck derselben wirkt.

In dem Gefäße unter dem Recipienten Fig. 13. Taf. II. befinden sich zwei hohle gläserne Figuren, mit kleinen Glaskugeln auf ihren Köpfen; diese sind soweit mit Wasser gefüllt, daß sie zu Boden sinken; pumpt man nun die Luft aus, so steigen sie oberhalb und schwimmen auf dem Wasser; einen Theil der Kugel nimmt Luft ein, welche sich ausdehnt, so wie der äußere Druck derselben aufgehoben wird, und treibt einen Theil Wasser heraus, wodurch denn solchergestalt die Figuren und die Kugeln leichter als Wasser werden, und solchemnach steigen; läßt man aber wieder Luft ein, so tritt jetzt das Wasser wieder zurück, und sie sinken zu Boden.

Auf gleiche Art wird eine Blase, die beinahe von Luft leer ist, und die vermittelst eines kleinen Gewichts unterhalb dem Wasser in ein Becken gehalten wird, wäh-

rend dem Auspumpen sich ausdehnen, spezifisch leichter werden, in die Höhe steigen und schwimmen.

Fig. 9. Taf. III. stellt einen Apparat vor, der insgemein, obschon unschicklich, unter dem Namen des Lungenglases bekannt ist. Eine Blase wird rund um eine kleine Röhre von dem Deckel gebunden; wird nun dieser Apparat unter einen Recipienten gesetzt, und die Luft zum Theil von der Blase durch die Oefnung bei a entzogen, so drückt die Federkraft der umgebenden Luft in der Flasche, welche nicht ausweichen kann, die Blase zusammen; wird Luft wieder eingelassen, so dehnt sich die Blase aus, welche Bewegungen man als gleichförmig mit denjenigen der Lungen angenommen hat.

Versuche über den Druck der Luft.

Man setze den messingenen Kegel auf den Teller der Pumpe, und lege die Hand darüber, pumpe sodann die Luft aus, so wird, da der Gegendruck von unten aufgehoben wird, jetzt die Luft auf die Hand mit einer starken Last drücken, und ein beträchtlicher Theil der flachen Hand wird in das Glas dringen, und so eine Empfindung des Saugens verursachen. Da nun jetzt die übrigen Theile der Hand einen stärkern Druck auf sie erleiden, als derjenige Theil, welcher unter dem Recipienten sich befindet, und dem leeren Raume ausgesetzt ist, so werden die Flüssigkeiten in dem Körper gegen denjenigen Theil unter dem Glase getrieben werden, und machen, daß dieser Theil anschwellt; dieß wird zugleich durch die Elastizität der Luft verstärkt, die sich innerhalb dem Fleische befindet, welche

das Fleisch ausdehnt, so wie der äußere Druck aufgehoben wird.

Man setze einen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe, und pumpe die Luft aus, so wird der Recipient gegen den Teller vermöge der äußern Luft so gedrückt werden, daß es äußerst schwer halten dürfte, ihn von dem Teller der Pumpe zu trennen, ohne wieder Luft zuzulassen; man wird hierüber sich keinesweges verwundern, wenn man bedenket, daß das Glas mit einer Kraft niedergedrückt wird, die so viel mal funfzehn Pfund beträgt, als Quadratzolle von der Oefnung des Bodens des Recipienten bedeckt werden.

Um zu beweisen, daß der Recipient vermöge des Drucks der Luft auf dessen äußere Oberfläche, keineswegs aber durch Saugen, erhalten werde, stellt Fig. 17. Taf. I. einen Apparat vor, welcher dieß näher erläutert. So pumpe man zuerst die Luft aus den zwei Recipienten, sodann lasse man den kleinern Recipienten herab auf den Teller, welches vermittelst des Drahts geschieht, der durch die Lederbekleidung geht, wo er locker aufstehen, und leicht wird weggenommen werden können, läßt man aber geschwind Luft ein, so fällt diese auf den kleinern Recipienten, und hält ihn auf den Teller fest.

Taf. I. Fig. 14. ist ein Glas, das mit einer Blase bedeckt wird, die an der obern Oefnung desselben fest gebunden worden, die untere Oefnung aber wird auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, pumpt man nun die Luft aus, so wird solchemnach die Federkraft der innern Luft geschwächt, die Blase, die dem äußern Drucke nachgiebt, macht solchemnach eine konkave Oberfläche, die immer größer wird, bis die Stärke der Blase von der aufliegenden Schwere überwältiget wird, wo sie denn mit großem Geräusche zerspringt.

Fig. 15. Taf. I. stellt ein Stück dünnes flaches Fensterscheibenglas vor, was auf einem messingenen kegelförmigen Gefäße liegt, und auf den Teller der Pumpe gesetzt wird; so wie man jetzt die Luft auspumpt, wird das Glas in Stücke zerbrechen, auf die nämliche Art, wie beim vorhergehenden Versuche die Blase.

Fig. 2 Taf. III. zeigt das Verfahren, eine schwache viereckige gläserne Flasche vermittelst des Drucks der Luft zu zerbrechen. Am obern Ende der Flasche befindet sich eine Klappe, damit so wie die Luft ausgepumpt worden ist, sie nicht wieder zurücktreten könne. Die Flasche wird auf den Teller der Pumpe gesetzt, und ein Gatter von Drath darüber gestellt, und alles mit einem Recipienten bedeckt. Zuerst wird die Luft ausgepumpt, und sodann plötzlich wieder eingelassen, wo denn der Druck die Flasche augenblicklich in unzählige Stücke zerbrechen wird.

Fig. 20 Taf. I. stellt die Halbkugeln des Otto von Guerike vor, deren eine neben der andren steht; die Verbindung wird vermittelst eines feuchten Leders, welches dazwischengelegt wird, Luft dichte gemacht, oder man bedient sich dieserwegen des dazwischen eingelegten Talgs: die Schraube A wird in die Oeffnung in der Mitte des Tellers der Pumpe geschraubt, und der Schließhahn so gestellt, wie er in der Figur vorgestellt worden ist, damit eine freie Verbindung zwischen den Halbkugeln und dem Zilinder statt habe; so pumpe man nunmehr die Halbkugeln aus, worauf man den Hahn wendet, um alle Verbindung mit der äußern Luft zu hindern. Man schraubt sie nunmehr von dem Teller der Pumpe ab, wo man finden wird, daß die Halbkugeln mit einer außerordentlichen Stärke an einander hängen, die 15 Pfund für jeden Quadratzoll ihres Flächeninhalts gleich ist, und nach den Durchmessern der Halbkugeln leicht berechnet werden kann. Um dies aus

Erfahrung selbst versichert zu werden, bediene man sich dazu eines starken eisernen Wagebalkens wie Fig. 19 Taf. I. Nimmt man, wie gewöhnlich, den Druck der Luft auf einen Quadratzoll Oberfläche zu 15 Pfund an, so beträgt er auf eine Fläche von 12.55 Quadratzolle, 188 Pfund, nämlich indem man sie durch 15 multiplizirt. Diese ausgepumpten Halbkugeln fallen im luftleeren Raume von selbst auseinander.

Fig. 9 Taf. I. ist eine Pumpe mit einem dichten Kolben d. i. wo sich keine Oeffnung unterhalb befindet: ein schweres bleiernes Gewicht wird unterhalb der Pumpe befestigt; wird jetzt der Kolben in die freie Luft gehoben, so wird er unmittelbar vermittelst des Drucks der Luft stark zurückgetrieben, da hingegen er im luftleeren Raume, wo dieser Druck fehlt, von selbst nachgiebt. Der Handgriff des Kolben wird in den Haken eingehängt, der an der Platte befindlich ist, welche die Lederbekleidung hat.

Fig. 22. Taf. I. stellt den Apparat vor, um zu zeigen, daß das Wasser in den Pumpen vermöge des Drucks der Luft steigt. Der Theil AB ist ein Model desjenigen Theils einer gemeinen Pumpe, worin der Kolben sich bewegt; am untern Theil desselben befindet sich eine messingene Platte, die auf dem Recipienten CD ruht. Von der Mitte dieser Platte geht eine gläserne Röhre, die in ein Becken mit Wasser herabgeht, wenn man damit Versuche anstellen will; ehe die Luft ausgepumpt wird, fließt das Wasser frei aus der Ausgußröhre, wird aber die Luft ausgepumpt, so wird dadurch keines mehr erhalten.

Fig. 21 Taf. I. ist ein Modell einer gewöhnlichen und einer Druckpumpe.

Fig. 12. Taf. II. stellt einen sogenannten Ueberträger vor. Er ist auf dem Teller der Pumpe vermittelst der Schraube B befestiget. Ein Recipient wird auf

den Teller des Ueberträgers gesetzt, und kann ausgepumpt werden, wenn man den Hahn C dreht, so daß die Verbindung dazwischen und der Pumpe erfolgt; wenn er ausgepumpt worden ist, so kann er von der Pumpe weggenommen werden, indem man den Hahn unter einem rechten Winkel gegen seine vorhergehende Lage dreht, um jetzt die Verbindung mit der freien Luft zu verhindern, wenn er weggenommen wird. Um vermittelst dieses Apparats einen künstlichen Springbrunnen im luftleeren Raume vermittelst des Drucks der Luft zu bewirken, setze man einen engen Recipienten auf den Ueberträger, pumpe ihn aus, und nehme den Ueberträger von der Pumpe ab, schraube das Rohr an den untern Theil des Ueberträgers, tauche dieses Rohr in Wasser, wende den Hahn, und der Druck der Luft wird das Wasser in den Recipienten unter der Gestalt eines Springbrunnen aufwärts treiben.

Um zu beweisen, daß das Quecksilber in dem Barometer erhalten werde, bediene man sich des Apparats Fig. 11. Taf. III. der bereits beschrieben worden ist, nur mit diesem Unterschiede, daß das schwächere Rohr, welches in die Flasche gelegt wird, im ersten Falle oben offen war, da hingegen es hier zugeschmolzen worden; dort war die Röhre leer, hier aber ist sie ein Barometer, welches das Quecksilber enthält, und in der für diese Zeit gehörigen Höhe steht; wird nun das untere Ende der Röhre in das Quecksilber in der Flasche eingetaucht, so setze man den ganzen Apparat auf die Pumpe; so wie nun die Luft ausgepumpt wird, wird das Quecksilber nach und nach fallen, bis es einerlei Fläche mit demjenigen der Flasche erreicht hat; denn so wie sich die Dichtigkeit der Luft vermindert, so vermindert sich auch ihre Elastizität, und folglich die Kraft, welche das Quecksilber unterstützt. Läßt man wieder Luft ein, so steigt das Quecksilber wieder bis zur vorigen Höhe.

Fig. 11. Taf. II. stellt den doppelten Ueberträger vor, der bereits in den Vorlesungen selbst hinreichend beschrieben worden ist. Man schraube das Ende der Röhre des doppelten Ueberträgers auf den Teller der Luftpumpe, und wende die drei Hähne, damit die Verbindung zwischen allen drei Röhren E, F, DD und dem Stamme erhalten werden könne; man bedecke die Teller mit Leder, welche in der Mitte eine Oefnung haben, setze einen Recipienten auf den einen Teller, alsdann verschließe man die Gemeinschaft zwischen der Röhre F, indem man den Hahn wendet, und pumpe den Recipienten aus; sodann wende man den Hahn d, um die Verbindung mit der Luft wegzunehmen, und schraube den ganzen Apparat von der Pumpe ab, um ihn dagegen auf seinen hölzernen Fuß zu setzen. Nunmehr stelle man einen Recipienten auf den andern Teller, welcher so lange locker darauf stehen wird, als er noch voll von Luft ist, welches der Fall seyn wird, bis der Hahn wieder gedrehet worden, um die Verbindung zwischen den Röhren zu erhalten; da nun die Luft in dem Recipienten frei ist, so wird sie vermöge ihrer Federkraft sich ausbreiten, bis sie sich zwischen die Recipienten getheilt, und in beiden von gleicher Dichtigkeit geworden ist, wo sie jetzt mit gleicher Kraft auf ihre Teller vermöge des aufliegenden Drucks der Atmosphäre gehalten werden, obschon jeder Recipient jetzt nur halb so stark aufgedrückt wird, als vorher einer derselben gedrückt wurde, so wie die Luft ausgepumpt worden, weil gegenwärtig die Hälfte Luft von dem andern Recipienten übergegangen, als er auf den Teller gesetzt worden, und daher eine Kraft gleich der halben Kraft der Elasticität der gemeinen Luft innerhalb den Recipienten gegen den ganzen Druck der Atmosphäre von außen wirken wird.

Vermischte Versuche.

Man setze einen reinen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe, und fange an die Luft aus demselben zu pumpen; sodann halte man ein Licht an die Seite des Recipienten dem Auge gegenüber, so wird man verschiedene Farben gleich einem Regenbogen um das Licht gewahr werden; diese Farben erscheinen zu Anfange des Auspumpens, und entstehen vermöge des Dunstes, welcher von dem feuchten Leder in die Höhe steigt, so wie von der Bewegung des Lichts durch diese Dünste.

Fig. 5. Taf. III. stellt das Rohr zur fixen Luft vor. Man bringe dieses oberhalb eines ofnen Recipienten an, aus welchem man wie gewöhnlich die Luft auspumpe; sodann lege man das Ende der Röhre in ein Feuer von Kohlen, und öfne den Hahn, so wird jetzt die Luft von den Kohlen solchemnach durch die Röhre in den Recipienten übergehen. Nimmt man jetzt die Röhre von dem Recipienten, und läßt ein kleines Stück Wachsstock herab, so wird er sogleich auslöschen.

Setzt man ein angezündetes Licht unter einen kleinen Recipienten, und pumpt die Luft aus demselben, so wird das Licht auslöschen, und die Flamme in dem Recipienten in die Höhe steigen. Auch wird eine Flamme in einem verschlossenen Recipienten bald auslöschen, wenn auch die Luft aus demselben nicht ausgepumpt wird.

Man setze den kleinen Apparat Fig. 6. Taf. III. oberhalb einen kleinen Zilinder, und ein rothglühendes Eisen lege man auf eine Unterlage auf den Teller der Luftpumpe, pumpe die Luft aus, und lasse dann einige Körner Schießpulver auf das Eisen fallen, wo es schmelzen und sich auflösen, keinesweges aber eine Explosion verursachen wird: der Recipient muß jedesmal wieder ausgepumpt werden, ehe man mehr Schießpulver herab fallen läßt.

AB Fig. 9. Taf. II. ist eine Wage, an deren einen Ende ein Stück Blei hängt, welches mit einem Stück Kork am andern Ende des Balken im Gleichgewichte steht. Man setze den Wagebalken, und seine Vorrichtung unter einen Recipienten, so wird, nachdem die Luft ausgepumpt worden ist, der Kork das Uebergewichte erhalten; denn da dessen Volumen größer ist, als dasjenige des Stücks Blei, so muß er von der Luft mehr gehoben werden: läßt man wieder Luft ein, so wird auch sogleich das Gleichgewichte wieder hergestellt.

Da nämlich Körper, welche in Flüssigkeiten eingetaucht werden, wie bekannt ist, einen Theil ihrer Schwere verlieren, die gleich der Schwere einer Menge von Flüssigkeit von gleichem Volumen mit dem eingetauchten Körper ist, so werden folglich Körper von verschiedener spezifischer Schwere, welche in der Luft mit einander das Gleichgewichte halten, es im luftleeren Raum nicht mehr seyn, weil sie hier diejenige Schwere wieder erhalten, welche sie in der Luft verloren, so daß der Körper von einem größern Volumen eine größere Schwere haben wird.

Fig. 10. Taf. II. ist eine zum Theil verbesserte Vorrichtung zu der nämlichen Absicht.

Fig. 10. Taf. III. stellt den Apparat zu dem Goldstücke und der Feder vor. Nachdem die Luft aus dem Recipienten gepumpt worden ist, so wende man den ränderirten Kopf, wo denn das Goldstück und die Feder, welche auf dem innerhalb angebrachten Theile liegen, sogleich herabfallen und so mit einander zugleich den Boden berühren werden.

Das Auge des Beobachters muß während dem ganz auf den Boden des Recipienten geheftet seyn, um das gleichzeitige Herabfallen beider Körper genau beobachten zu können.

Vermöge dieses Versuchs läßt sich folgern, daß die Körper gegen die Erde mit Kräften angezogen werden, welche in Verhältniß mit der Menge Materie stehen, die sie enthalten, keineswegs aber vermöge ihres Volumen; denn wenn wir annehmen, daß ein Goldstück tausendmal mehr Materie enthalte als die Feder, so wird es tausendmal mehr Kraft nöthig haben als die Feder, um sich durch den nämlichen Raum in der nämlichen Zeit zu bewegen.

Man lege zwei oder drei kleine Stücke Phosphorus in eine gleiche aber geringe Menge einer Mischung von Vitriolöl, zerfloßnes Weinsteinöl und Nelkenöl; diese Materie wird sich an der freien Luft unmittelbar entzünden, sie wird aber mit etwas Wasser leicht ausgelöscht; sie leuchtet, kocht und flammt im luftleeren Raume.

Man schreibe auf ein Papier mit festem Phosphorus, und lege es sodann auf den Teller der Luftpumpe, und ein andres Stück Papier darunter, setze einen Recipienten darüber, und pumpe die Luft aus, wo der Phosphorus nach und nach glänzen, und eine lichte Wolke gegen den Recipienten aufwärts steigen wird.

Fig. 15. Taf. II. ist der gewöhnliche Glockenapparat, um zu zeigen, daß die Luft das Mittel ist, den Schall fortzupflanzen. Fig. 16. ist ein andrer Apparat zu der nämlichen Absicht, welcher dadurch in Bewegung gesetzt wird, daß man den Drath hebt, welcher durch die Lederbekleidung geht.

Taf. VI. Fig. 11. erläutert die Beschaffenheit des Echo, dessen ich in den Vorlesungen Erwähnung gethan habe.

Fig. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Taf. IV. dienen zur Erläuterung der Bewegung musikalischer Saiten, wie ich ihrer in den Vorlesungen gedacht habe.

Fig. 14. Taf. IV. stellt einen Heber vor. Fig. 20. Taf. III. den Tantalusbecher, wie ich ihn in den Vorlesungen erklärt habe.

Fig. 2. Taf. IV. dient zur Erläuterung der Ursache versiegender und wiederkommender Quellen. Fig. 4. ist ein Apparat zur nähern Erläuterung dieser Erscheinung, wovon ich in den Vorlesungen weiter geredet.

Fig. 1. Taf. IV. ist eine gebogene Röhre, um die Gesetze der Elastizität zu erläutern, die ich in den Vorlesungen ausführlicher erklärt habe.

Fig. 3. Taf. IV. dient zu Versuchen über die Verdünnung der Luft vermöge der Wärme, wie davon in den Vorlesungen nähere Erklärung geschehen.

Fig. 8. Taf. III. stellt den Apparat vor, um die Luft zu wägen. Er besteht aus einem starken kupfernen Gefäße B, einem Balken AC und einer Unterlage für den Balken. Um dieses Gefäße auszupumpen, schraube man den Deckel D ab, schraube sodann dieses Ende des Gefäßes auf den Teller der Luftpumpe, und mache es von Luft leer, bis die Elastizitätsprobe der Maschine zeigt, daß die Luft völlig ausgepumpt worden sey; man schraubt sodann das Gefäße ab, legt den Deckel an, und hängt es an den Wagebalken. Der Unterschied der Schwere des Gefäßes jetzt und vorher, ehe es ausgepumpt worden, giebt die Schwere der Luft, die es enthält. Die Luft kann in das Gefäße nicht dringen, während dem es von der Pumpe weggenommen wird, weil sich an dem obern Theile desselben eine Klappe befindet.

Fig. 7. Taf. III. stellt das Verfahren vor, eine Flasche im luftleeren Raume zuzustopfen.

Fig. 21. Taf. III. ist ein Apparat, um Pulver oder eine Flüssigkeit in ein Gefäß zu bringen, nachdem es ausgepumpt worden ist.

Fig. 22. Taf. III. ist ein Apparat, um verschiedene Flüssigkeiten im luftleeren Raume mit einander zu vermischen.

Die Beschaffenheit und die Anwendung der drei vorhergehenden Artikel läßt sich aus den Figuren so leicht einsehen, daß alle fernere weitläuftige Beschreibung dieserwegen unnöthig zu seyn scheint.

Fig. 14. Taf. II. ist ein Ueberträger und ein Recipient, der auf einem großen Recipienten steht, um geschwind einen luftleeren Raum zu erhalten; zu dieser Absicht muß der untere ausgepumpt werden, wo sodann der Hahn gewendet wird, so daß die Luft, indem sie aus dem kleinen Recipienten tritt, beträchtlich und schnell verdünnt werden wird: der Grad der Verdünnung ist hierbei nach Verhältniß des Unterschieds zwischen den Kapazitäten der beiden Recipienten.

Die Kompressionsmaschine.

Fig. 1. Taf. II. stellt eine Kompressionsmaschine vor, oder ein Instrument zur Verdichtung der Luft. AB ist ein starker gläserner Recipient, der vermögend ist den Druck der Luft zu ertragen, wenn sie bis zu einem beträchtlichen Grade verdichtet worden ist. CD ist der Zilinder, vermöge welchem Luft in den Recipienten gebracht wird: in dieser Rücksicht hebt man den Kolben bis über die Oefnung, durch welche Luft eindringt, und den Zilinder damit anfüllt; so wie nun der Kolben niedergestoßen wird, so wird die Luft durch eine Klappe am Boden des Zilinders getrieben, wo sie sodann in der Röhre aufwärts bis in den Recipienten geht, nicht aber wieder zurück weichen kann, weil diese Klappe sich dagegen schließt. E ist die Elastizitätprobe, welche aus einer gläsernen Röhre besteht, die oben offen, unterwärts aber zuge-

schmolzen ist. In diese Röhre wird etwas weniges Quecksilber gegossen, welches dann gegen das zugeschmolzene Ende gedrückt wird, so wie Luft zugelassen wird, und bestimmt daher durch dessen Verhältniß zwischen seinem eigentlichen Abstande von F, und dem Abstande, wenn es im zusammengedrückten Stande ist, die verhältnißmäßige Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft zu derjenigen der gemeinen Luft; denn da die Luft das Quecksilber vorwärts drückt, so zeigt es den Widerstand der eingeschlossenen Luft, deren Dichtigkeit sich jederzeit umgekehrt wie der Raum verhält, den sie einnimmt. Der Recipient wird auf dem Teller vermittelst des Querstücks GH gehalten, der durch die Schrauben I, K, L, M angedrückt wird; er hat eine starke messingene Platte, wodurch oberhalb der Recipient bedeckt wird, und ist mit einem Drahte versehen, der durch eine Lederbekleidung geht. Zuweilen umgiebt man einen solchen Recipienten auch wohl noch mit einem Gatter, um Schaden zu verhüten, wenn er etwa zerspringen sollte.

Fig. 13. Taf. III. ist eine Vorstellung eines Springbrunnen, welcher vermöge verdichteter Luft wirkt; ein Rohr geht beinahe bis zum Boden des Gefäßes herab, welches mit Wasser angefüllt wird, wo sodann der Schließhahn und die Röhre an ihren Ort, und die Kompressionsmaschine an den Schließhahn geschraubt werden, um Luft in das Gefäße zu pumpen: man wendet hierauf den Hahn, nimmt die Kompressionsmaschine weg, und giebt der Maschine irgend einen Aufsatz. Zuweilen bringt man an diesen Springbrunnen noch ein Becken an, um das Wasser aufzufangen.

Fig. 19. ist ein unterhaltender Aufsatz, um einen Ball oberhalb dem Wasserstrahle tanzend zu erhalten. Fig. 15. ist ein andrer Aufsatz, woraus das Wasser in einer hohlen

Säule springt. Fig. 12. 14. 16. sind Aufsätze von verschiedner Art. Ein andrer Aufsatz auf diesen Springbrunnen hat die Gestalt eines Kreuzes, dessen unterer Theil aufgeschraubt wird; der obere Theil macht acht Ausflüsse a, b, c, d, e, f, g, h. Die Ausflüsse a b sind horizontal, diejenigen c, d vertikal aufwärts, wodurch zwei Quadrate, auf jeder Seite des obern Theils des Kreuzes eines, entstehen, die einander in einem Punkte treffen, und solchergestalt der vertikale Ausfluß gehindert wird, höher zu springen, da der horizontale entgegen wirkt, während dem dieser gleichfalls gehindert wird, weiter horizontal sich zu verbreiten, so wie der vertikale ihn trifft, und mithin auf diese Art der Strom jetzt eine ganz verschiedene Richtung erhält, d. i. er geht erst dazwischen durch, erhält aber nachgehends eine parabolische Krümmung. Das nämliche findet bei den andern vertikalen und horizontalen Ausflüssen statt.

Fig. 5. Taf. II. ist der Taschenspieler-Springbrunnen, wie er in den Vorlesungen beschrieben worden ist.

Fig. 4. Taf. II. ist ein Instrument zum bequemen Ausgießen der Flüssigkeiten, dessen in den Vorlesungen näher erwähnt worden ist.

Fig. 3. Taf. II. ist ein doppelter Trichter; man macht ihn von Zinn; zuerst wird er bis an den Rand mit Wasser gefüllt, während dem man das Ende der Röhre mit dem Finger verschließt; zu gleicher Zeit steigt die Flüssigkeit in den leeren Raum oder die Höhle zwischen den Platten; die in dem leeren Raume eingeschlossene Luft geht durch eine Oefnung, welche insgemein unter dem Handgriffe verborgen ist, und zugehalten werden muß, wenn die Maschine voll ist, und so lange, als man es zur Erlustigung nöthig glaubt, worauf man das Wasser darin in Freiheit setzt, so wie der Finger weggezogen wird.

Fig. 21. Taf. I. sind Modelle von der gemeinen Haus- und Druckpumpe, so wie ich sie weitläuftig in den Vorlesungen beschrieben habe.

Fig. 1 und 2. Taf. V. ist das Pyrometer des Herrn Smeaton, dessen in den Vorlesungen weitläuftiger erwähnet worden.

Fig. 3. Taf. V. ist das pyrostatische Instrument des Herrn W. Jones, um die Kraft der Ausdehnung zu zeigen. A ist eine messingene oder eiserne Stange, die senkrecht zwischen dem Rahmen d d d d oberhalb, und dem kürzern Arme des Hebels L liegt; der übrige Theil des Instruments ist eine Verbindung von stählernen Stäben. Fig. B ist eine Büchse, um die Stange A vermöge des kochenden Wassers zu erhitzen. Fig. A ist eine kreisförmiges Eisen nebst Gestelle zu Versuchen im luftleeren Raume. Fig. E ist ein eiserner Bolzen. Fig. C ein Gefäß zur Abwägung der Kraft des Frostes. Fig. D ein beigängiger Hebel, wenn das Gefäße gebraucht wird.

Fig. 4. Taf. V. ist ein Thermometer.

Fig. 5. Taf. V. ist eine Dampfkugel auf einem kleinen Wagen, deren nähere Erwähnung in den Vorlesungen nachzusehen ist.

Fig. 6. Taf. V. stellt den Digestor des Papin vor. ABCD ist das kupferne Gefäße. AB der Deckel, welcher darauf mit Schrauben befestiget worden ist. Bei E ist eine kegelförmige Klappe, welche vermittelst des stählernen Armes GH, und dem daran befindlichen Gewichte zum Schieben nieder gehalten wird. Eine mehr ausführliche Erwähnung findet man in den Vorlesungen.

Taf. V. Fig. 7. ist ein kleines Instrument zu Erklärung der Natur der Ausdünstung und Aufwallung, wovon ein näheres in den Vorlesungen. Taf. V. Fig. 9. ist dieses nämliche Instrument unter einer verschiedenen Anwendung.

Taf. V. Fig. 8. zeigt das Verfahren, große Brenngläser aufzustellen, wie ich dessen in den Vorlesungen weitläuftiger erwähnt habe.

Taf. VI. Fig. 12. ist das Kalorimeter des Herrn Lavoisier vorgestellt. Die innere Einrichtung desselben zeigt Fig. 13 und 14, nach dessen senkrechten und horizontalen Durchschnitte. f, f, f, f Fig. 13. ist die innere Höhle, in welche die Substanzen gelegt werden. b, b, b, b Fig. 13 und 14. ist die mittlere Höhle, welche das Eis enthält, welches geschmolzen werden soll; dieß wird von einem Roste m, m getragen, unter welchem das Sieb n, n liegt. Beides sieht man besonders Fig. 15 und 16. Nach Verhältniß, als das Eis geschmolzen ist, läuft das Wasser in den kegelförmigen Trichter c, c Fig. 13. Dieses Wasser kann zurückbehalten oder abgezapft werden, welches willkührlich durch den Schließhahn u, y geschehen kann. Die äußere Höhle a a a a Fig. 14 und 15 wird mit Eis angefüllt, um alle Wirkung von der äußern Wärme auf das Eis in der Höhle b b b b zu verhindern. Fig. 17 ist der Deckel der Maschine. Die Substanzen, welche untersucht werden sollen, werden in den schwachen eisernen Korb gelegt Fig. 18, dessen Deckel eine Oeffnung hat, die mit einem Korke verschlossen wird, worin sich ein kleines Thermometer befindet. Wenn Säuren angewendet werden, so werden sie in das gläserne Gefäße Fig. 19 gelegt, welches gleichfalls ein Thermometer an dessen Halse hat. Fig. 21 ist die innere Höhle. Fig. 22. der Deckel dazu. Eine nähere Erwähnung dieses Instruments findet man in den Vorlesungen.

Apparat zu den elastischen Flüssigkeiten.

Das Gefäß Taf. VI. Fig. 1. muß für jedes Geschäfte von hinreichender Größe seyn, als im Wasser unternommen werden kann. Am Ende A B ist eine Bank. Die Recipienten, Gläser u. s. f. werden zuerst mit Wasser in dem tiefen Theile gefüllt, und sodann mit ihren Mündungen unterwärts gekehrt, und auf die Bank gesetzt. Das Wasser in diesem Zuber muß jederzeit einen halben Zoll und mehr über der Bank stehen. a ist eine kleine Flasche, in deren Halse sich eine gebogene Röhre befindet; das Ende dieser Röhre, welches in die Flasche geht, ist solchergestalt matt geschliffen, damit die Oeffnung genau verschlossen werde; die elastische Flüssigkeit, welche innerhalb der Flasche erzeugt wird, geht nun solchergestalt durch die Röhre, und steigt in das Gefäß, wo es das darin befindliche Wasser niederdrückt; auf diese Art läßt sich ein Gefäße mit irgend einer Menge Luft füllen, als zu den Versuchen erforderlich ist, die man anstellen will.

Taf. VI. Fig. 3. stellt ein Gefäß von Marmor vor, um Quecksilberarbeiten darin zu verrichten. Fig. 4. ist ein Durchschnitt dieses Gefäßes, nebst einem Recipienten. f, f, f sind Maße, die ein genaues bekanntes Verhältniß zu einander haben; g, g, g sind graduirte Röhren zu eudiometrischen Versuchen.

Nach Dr. Priestley ist das genaueste Verfahren, um Luft von verschiedenen Substanzen vermöge der Wärme zu erhalten, daß man sie, wenn sie dieselbe ertragen, in solche Flaschen, wie a, a, a thut, nachdem die Flaschen mit Quecksilber angefüllt, und mit ihrer Mündung in die nämliche Flüssigkeit eingetaucht worden, sodann aber den Brennpunkt eines Brennspiegels auf sie gehen läßt: zu

dieser Absicht müssen die Boden schwach seyn, damit sie nicht bei einer plötzlichen Anwendung der Wärme zerspringen.

Taf. VI. Fig. b. ist eine gewöhnliche gläserne Flasche mit einem eingeriebenen Stöpsel, worin verschiedene Oefnungen sich befinden. Diese ist sehr nützlich, um irgend eine darin enthaltene Flüssigkeit oder Luft durch das Wasser in ein Gefäß zu leiten, welches mit umgekehrter Mündung darin steht, ohne eine Mischung von gemeiner Luft zuzulassen.

Fig. 2. ist eine Flasche, die zu jeder Absicht hinreichend ist, wo keine stärkere Hitze erfordert wird, als die Flamme eines Lichts. Wenn sie auf einen Dreifuß über Feuer gestellt werden soll, so muß die Röhre, welche eingelegt wird, länger seyn, wie bei e; eine andre längliche Flasche, die zu verschiedenen Absichten sehr anwendbar ist, sieht man bei d.

Taf. VI. Fig. 6. ist ein sehr nutzbarer Apparat, um eine Menge Luft durch Wasser oder irgend eine andere Flüssigkeit zu treiben; die Luft geht durch die Röhre, die bis zum Boden des Gefäßes reicht, und wird durch diejenige wieder frei, die blos oberhalb eingelegt worden. Dr. Priestley erwähnet, daß er sehr häufig Gelegenheit gehabt habe, eine Menge solcher Gefäße zu gleicher Zeit anzuwenden, um einerlei Luft durch sie alle nach und nach gehen zu lassen. Ein mehreres findet man davon in den Vorlesungen.

Taf. VI. Fig. 8. ist der Apparat des Herrn Woulfe, um Salpeter zu destilliren. Er besteht aus einer Retorte a, einem Führer b, einem Recipienten c mit zwei Oefnungen, eine d für die destillirte Säure, die andere e, um den überflüssigen Dampf wegzulassen.

Taf. VI. Fig. 9. ist ein zinnernes Gefäß, worin ein anderes von Eisendrath sich befindet; das äußere Gefäße dient zu einem Kohlenfeuer, welches das innere umgiebt, welches, da es am Boden offen ist, den obern Theil eines gläsernen Gefäßes zuläßt, welches gleichmäßig erhitzt werden kann, so weit als es das Glas erträgt, ohne dem untern mehr Hitze zu geben, als erforderlich ist.

Taf. VI. Fig. 10. ist ein bequemes hölzernes Gestelle, um verschiedene Glasröhren in einem Becken mit Wasser oder Quecksilber zu unterstützen.

Taf. VI. Fig. 5. ist ein Apparat, um Wasser zu schwängern, wie in den Vorlesungen angegeben worden.

Taf. VI. Fig. 11. ist ein Apparat, um die Stärke des Dampfes zu untersuchen, wovon die nähere Beschreibung im künftigen Bande gegeben werden soll. Nach dem eigentlichen Plane dieser Vorlesungen, sollten diejenigen über das Wasser einen Theil dieses Bandes ausmachen; allein bei Anhäufung der Materien fand ich es erforderlich, zum Theil von meinem ersten Plane abzugehen.

Taf. VI. Fig. 12. stellt einen Apparat vor, um die absolute Schwere der verschiedenen Gasarten zu bestimmen. Er besteht aus einer großen Kugel, welche gegen 17 bis 18 Pinten, oder ohngefähr einen halben Kubikfuß hält; an dem Halse ist das messingene Futter b c d e fest eingekuttet, woran die Röhre und der Schließhahn f g luftdicht angeschraubt wird. Dieser Apparat ist vermittelst einer doppelten Schraube mit dem Gefäße B C D verbunden, welches um einige Pinten in seinem Inhalte größer seyn muß, als die Kugel. Dieses Gefäße ist oberhalb offen, und hat ein messingenes Futter h i, und einen Schließhahn l m.

Man bestimmt den wahren Inhalt der Kugel dadurch, daß man sie mit Wasser füllt, und sie voll und leer abwägt. Wenn sie von Wasser leer ist, so trockne man sie mit einem Tuche, das man durch den Hals d e einbringt, den Ueberrest der Feuchtigkeit sucht man dadurch wegzunehmen, daß man sie ein oder zweimal auf die Luftpumpe bringt, und die Luft auszieht.

Wenn die Schwere irgend einer Gasart bestimmt werden soll, so bedient man sich dieses Apparats auf folgende Art: Man setze die Kugel A auf den Teller der Luftpumpe, vermittelst der Schraube des Schließhahns f g, welcher offen gelassen wird; die Kugel wird demnach so vollkommen als möglich ausgepumpt, wobei man sorgfältig auf den Grad der Verdünnung vermöge des Barometers Rücksicht nehmen muß, das sich an der Luftpumpe befindet. Ist die Luft gänzlich heraus, so wird der Schließhahn f g geschlossen, und so die Schwere der Kugel aufs genaueste bestimmt. Nunmehr wird sie auf das Gefäß B C D gesetzt, welches wir annehmen wollen, daß es im Wasser auf der Bank des pnevmatisch-chemischen Apparats stehe. Das Gefäß wird nun mit der Gasart gefüllt, welche man abwägen will, welche, so wie die Schließhähne f g und l m geöfnet werden, in die Kugel aufsteigt, indeß das Wasser der Zisterne zu gleicher Zeit in das Gefäße tritt. Um die außerdem sehr mühsamen Berichtigungen zu vermeiden, ist es erforderlich, daß während dem ersten Theile dieser Arbeit das Gefäß in die Zisterne gesenkt werde, bis die Oberflächen des Wassers innerhalb dem Gefäße und außerhalb einander vollkommen gleich seyn. Die Schließhähne werden sodann wieder geschlossen, und nachdem die Kugel von dem Gefäße abgeschraubt worden, so wird sie sorgfältig abgewogen; der Unterschied zwischen dieser Schwere und derjenigen der ausgepumpten Kugel, ist das genaue Gewicht der Luft oder des Gas, welches sich im

der Kugel befindet. Man multiplizire nunmehr dieses Gewicht durch 1728, als der Menge der Kubikzolle, welche den Inhalt der Kugel ausmachen; der Quotient ist das Gewicht eines Kubikfußes Gas oder Luft, dergleichen dem Versuche unterworfen worden ist.

Genaue Rücksicht muß indessen hierbei auf die Barometerhöhe und auf die Temperatur des Thermometers während dem Versuche genommen werden; ein Kubikfuß wird leicht durch das Normalmaaß berichtiget. Der geringe Antheil von Luft, welcher in der Kugel zurückbleibt, nachdem die Luft daraus gepumpt worden, muß gleichfalls mit in Anschlag genommen werden, welcher aber leicht durch das Barometer an der Luftpumpe bestimmt werden kann. Wenn dieses Barometer z. B. um den hundertsten Theil der Höhe zurückbleibt, wo es stand, ehe ein luftleerer Raum gemacht wurde, so kann man schließen, daß der hundertste Theil der eigentlich darin befindlichen Luft in der Kugel geblieben, und daß folglich nur $\frac{99}{100}$ Gas von dem Gefäße in die Kugel übergestiegen sey.

Anmerkungen und Zusätze

des

Uebersetzers.

Physik, Naturlehre, Naturkunde im allgemeinen und vollständigen Begriffe des Worts, ist Kenntniß alles dessen, was man von Körpern erfahren oder gedacht hat, oder überhaupt dasjenige, was zur Kenntniß der materiellen Welt erforderlich ist, wie Segner und Wilke richtig anmerken. Freilich würden diese Lehren, als einzelne Wissenschaft betrachtet, alsdann zum Lehrunterrichte viel zu weitläuftig werden, so wie wir dann auch noch lange nicht hinreichende Data besitzen, um die vorkommenden Lücken unserer Kenntnisse zu ersetzen. Aber eben so wenig haben wir auch bisher durch unsere angenommenen Abtheilungen die gewünschten Vortheile erhalten können, weil Kenntnisse dieser Art einander nur zu sehr die Hand bieten müssen; so sind unter Umständen die sogenannten chemischen und mathematischen Kenntnisse von den Körpern zu ihrer vollständigen Uebersicht nicht selten schlechterdings erforderlich, so daß diejenigen, die sie aus dem Gebiete ihres Lehrvortrags der Physik trennten, am Ende doch genöthiget wurden, sie zu Hülfe zu nehmen. Am vortheilhaftesten scheint mir immer noch diejenige Eintheilung zu seyn, daß man die allgemeinen Eigenschaften der Körper, der Bewegung, des Gleichgewichts derselben u. s. f. über-

haupt behandelt, oder was Gren, Eberhard u. a. m. unter dem Namen der allgemeinen Physik verstehen; aus den einzelnen Gegenständen der materiellen Welt aber sodann einzelne Lehren zu machen, als der Luft, des Feuers, des Wassers u. s. f. und in aller Vollständigkeit, insofern wir Data genug haben, zu behandeln. Die Eintheilung in theoretische oder dogmatische und Experimentalphysik scheint mir keiner besondern Erwähnung zu verdienen, da wir bisher noch keinesweges im Stande sind, unsern Lehrvortrag unmittelbar aus Ursachen herzuleiten, sondern Versuche und Beobachtungen uns noch immer den Weg bahnen müssen.

Bei einer so außerordentlich großen Menge von Gegenständen, als diejenigen Kenntnisse in sich fassen, die man unter dem Namen physikalische begreift, läßt sich leicht von selbst einsehen, daß die Fortschritte nicht gleich gewesen seyn müssen, indessen werden Erfahrungen dem thätig gewordenen Menschen sich von selbst bald dargeboten haben, so wie Nothwendigkeit und zum Theil Neugierde ihm Veranlassung gegeben, darüber weiter nachzudenken und nachzuforschen. Auch finden wir in dieser Rücksicht bei allen Völkern Spuren von physischen Kenntnissen, oft freilich zu keinem andern Grade erhoben, als bloße einfache Erfahrungen; unter kultivirten Völkern wurden sie zwar eine eigentliche Wissenschaft, allein anstatt den einfachen Weg der Beobachtung zu verfolgen, ließen sie sich aus Begierde alles zu erklären, denn bald verleiten, Träume und Subtilitäten als gründliche Beobachtungen anzunehmen, obschon freilich auch verschiedene alte Meinungen in der Folge bestätiget, und so wieder angenommen worden sind, und solchemnach wahrer Beobachtungsgeist bei verschiedenen keinesweges zu verkennen ist.

Am übelsten stand es indessen mit der Physik in dem mittlern Zeitalter, wo der Geist des Pabstthums sich selbst außerhalb einer mißverstandenen Religion auch sogar bis auf die Physik erstreckte, und wo eine Abweichung von dem damals herrschenden Aristotelischen Lehrsysteme unmittelbar zum Scheiterhaufen führen konnte. Der erste, der vorzüglich wieder aus der Düsternheit hervortrat, war der Englische Lord Canzler Baco von Verulam, der beynahe allgemein zu einem gründlichen und sichern Studium der Natur Anleitung gab, und dem dann bald mehrere folgten, die dem menschlichen Forschungsgeiste die so nöthige Freiheit wiederschenkten, nachdem er lange genug gewaltsam unterdrückt worden war. Unter den vorzüglichsten Wiederherstellern dieser Freiheit erwähne ich hier blos eines Kopernikus, Kepler, Gilbert, Torricelli, Galiläi, Descartes, Boyle, Hook, und besonders Newton.

Der Geschichte der Luftpumpe, wie sie Herr Adams in seinen Vorlesungen gegeben, will ich hier nur noch einiges beifügen, und damit einige einzelne Bemerkungen in Rücksicht ihrer mehr oder weniger auffallenden Vorzüglichkeit verbinden.

Ohnstreitig gab die Entdeckung des leeren Raums des Torricelli die erste Veranlassung, in diesem Raume Untersuchungen an Körpern in Rücksicht ihres Verhaltens in demselben anzustellen, so daß denn nothwendig der erste Gedanke war, die Erzeugung dieses Raums, nur unter einem größern Inhalte nachzuahmen. In dieser Rücksicht nahmen denn die Akademisten zu Florenz Röhren mit großen Kugeln, die sie, so wie Torricelli seine

Barometerröhren mit Quecksilber fülleten, und alsdann umkehrten, um solchemnach den nämlichen luftleeren Raum in der Kugel zu erhalten. Die Anwendung, die sich solchemnach von diesem erhaltenen Raume machen läßt, und auch zu damaliger Zeit wirklich gemacht worden ist, läßt sich leicht einsehen, ob freilich schon die Beschwerlichkeit der Anwendung dieses luftleeren Raums die Untersuchung der Körper innerhalb demselben immer sehr unvollständig und unvollkommen machen mußte. Indessen aber hat man doch in der Folge dieses Verfahren zum Theil wieder hervorgesucht, dessen ich weiterhin näher erwähnen werde.

Den ersten Gedanken der gegenwärtigen bequemern Einrichtung dieser Maschine haben wir ganz dem Guericke von Magdeburg zu verdanken. Sein erster Versuch war indessen freilich noch sehr unvollkommen, allein sowohl er selbst, als der eben so verdiente Englische Naturforscher Herr Boyle arbeiteten nunmehr mit allem Fleiße, diesem Instrumente nicht sowohl mehr Vollkommenheit, als auch zugleich mehr Bequemlichkeit in der Anwendung zu geben, worin sie es auch zum Theil schon sehr weit brachten, so daß die folgenden Naturforscher und Künstler nunmehr nur noch die letzte Hand anlegen durften.

Allein zwei wichtige Hindernisse stellten sich jetzt ein; die Klappen nämlich, deren man sich besonders in England bei diesem Instrumente bediente, konnten von der bis zu einem gewissen Grade verdünnten Luft nicht mehr gehoben werden, außerdem daß es schwer hielt, daß man alle Luft zwischen der untern Fläche des Kolben und der Klappe vermeiden konnte, ein Umstand, der gewissermaßen auch bei den Hähnen Statt fand, deren man sich besonders in Deutschland bediente, weil sie nicht nahe genug

angebracht werden konnten, um diese Zwischenräume ganz aufzuheben. Man dachte daher dieserwegen auf verschiedene Mittel; so brachte man z. B. Vorrichtungen an, wodurch die Klappen willkührlich gehoben werden konnten u. s. f. Ueberhaupt sind die Bemühungen in dieser so wie in aller Rücksicht zur Vervollkommung eines so wichtigen physikalischen Instruments, als die Luftpumpe ist, mit so vielem Geiste und Scharfsinn betrieben worden, daß es schien, daß es nicht höher getrieben werden könnte, und doch hatte man noch keinesweges das endliche Ziel erreicht; ich will hier blos der Bemühungen eines Haas, Hurter, Schrader und Smeaton erwähnen, Männer, deren Scharfsinn, Beobachtungsgeist und zum Theil eigene praktische Talente in der eigenen Bearbeitung genannt zu werden verdienen. Auch in Rücksicht der vortheilhaften Einrichtung der Hähne hat man nicht weniger gearbeitet, die unter gewisser Rücksicht vor den Klappen verschiedene beträchtliche Vorzüge haben; allein ohne verschiedener andrer hier vorkommender Schwierigkeiten zu erwähnen, hält es immer sehr schwer, Hähne in ihrer ursprünglichen Vollkommenheit in der Folge ihres Gebrauchs zu erhalten.

Auch dachte man jetzt besonders darauf, nicht nur die Mühe, sondern auch die Geschwindigkeit des Auspumpens zu vermindern, in welcher Rücksicht man statt eines Zilinders deren zwei anwendete, so daß ein fortdauerndes Auspumpen erhalten wurde. Dergleichen doppelte Luftpumpen sind insgemein mit Klappen; allein auch in Rücksicht der Verzögerung bei der jedesmaligen Stellung der Hähne nach jedem Zuge des Kolben, dachte man jetzt darauf, ihnen durch gewisse Vorrichtungen unmittelbar die erforderliche Lage zu geben, worin man aber noch weniger glücklich gewesen ist.

Die letzte Hand in unsern Zeiten zur nähern Vervollkommung dieses Instruments, und wahrscheinlich der mit dem größten Erfolge begleitete Versuch ist von dem so verdienten Physiker und Prediger Prince in Amerika geschehen. Außer demjenigen, was Herr Adams von dieser neuen Luftpumpe in diesem Werke erwähnet, will ich in der Folge aus der New royal Encyclopedia by Hall noch das nöthige zur nähern Erklärung für Künstler beifügen: die eigentliche umständliche Beschreibung dieser wichtigen Verbesserung der Luftpumpe befindet sich in dem 1. Th. der Americ. philos. Transact. die ich aber nicht selbst besitze.

Ich habe bereits erwähnet, daß man zum Theil den ersten Florentinischen Versuch, um einen luftleeren Raum vermittelst Quecksilber, wie bei der Torricellischen Barometerröhre zu erhalten, wieder hervorgesucht hat. Der erste, der auf Verbesserung dieses Versuchs dachte, ist der bekannte Emanuel Schwedenborg, worauf Baader, Hindenburg und Cazalet ihre Vorrichtungen vielleicht zum Theil gegründet haben, und unter gehöriger Anwendung auch gewiß von Vortheilen seyn würden, besonders ist die jüngste Vervollkommung, die Baader einer ähnlichen Pumpe gegeben, nicht nur äußerst einfach, sondern auch zu kleinen Versuchen immer sehr anwendbar.

Auch durch den Dampf hat man einen luftleeren Raum zu bewirken gesucht, und auch zum Theil mit vielem Glücke ausgeführt, wohin die Bemühungen eines Wilke und Corradori gehören. Indessen muß ich hier noch erinnern, daß man sich zwar durch alle diese Bemühungen der Leere sehr genähert, allein daß man, wie auch Herr Adams selbst anführt, sie durch alle Verrichtungen, die dieserwegen noch in der Folge geschehen dürf-

ten, doch nie vollkommen erhalten wird. In Rücksicht des litterarischen Theils dieses Abschnitts beziehe ich mich auf das so vortreffliche physikalische Wörterbuch des um die Naturkunde zu früh verstorbenen Dr. Gehlers.

Herr Adams eifert besonders gegen Annahme von Hypothesen, ohne zu bedenken, daß er nicht selten selbst genöthiget ist, Zuflucht darin zu suchen. Es ist freilich ausgemacht, daß der Mißbrauch derselben den wahren Fortschritten physikalischer Kenntnisse außerordentlich gefährlich ist, wie alle Zeitalter zeigen, und daß, so wie man hartnäckig darauf beharret, es immer mißlich um mehrere Vervollkommung menschlicher Kenntnisse ausgesehen hat; allein eben so gewiß ist es auch, daß wir durch Hypothesen nicht selten die Lücken ausfüllen müssen, wenn der menschliche Forschungsgeist in die wahren Ursachen der Phänomene nicht weiter einzudringen weiß, außerdem daß die Hypothese, vorausgesetzt daß man in ihr nichts weiter sucht, zu näherer Entdeckung der eigentlichen Wahrheit selbst behülflich ist.

Wenn nun freilich der Hypothese es an eigentlicher Gewißheit fehlt, so kann sie demohnerachtet zu einem sehr hohen Grade von Gewißheit gebracht werden, wenn sie nichts widersprechendes gegen ausgemachte Wahrheiten oder gegen völlig erwiesene Naturgesetze hat, und eine ziemlich einfache und ungezwungene Erklärung der Naturerscheinungen zuläßt. Sie muß daher einfach seyn, so daß sich die Naturerscheinungen leicht und ungezwungen daraus erklären lassen, so wie sie zugleich in einem gewissen Verhältnisse und in einer zusammenhängenden Verbindung mit den bekannten Gesetzen der Welt

stehen muß. Unter diesen Umständen kann das, was anfangs Hypothese war, in der Folge zur anerkannten Wahrheit werden, und vielleicht mag wenig in der ganzen Naturlehre anzutreffen seyn, was nicht ehedem hypothetisch angenommen gewesen.

Ich habe bereits oben erinnert, daß die Luftpumpe des Herrn Prince, oder die sogenannte Amerikanische Luftpumpe, gegenwärtig ohnstreitig die vollkommenste ist. Ich besitze zwar die eigentliche Beschreibung derselben, wie sie im 1. Th. der Americ. philos. Transact. steht, nicht: indessen aber hoffe ich doch, daß ich den Künstlern durch nachstehende Beschreibung derselben aus Hall's New roy. Encyclop. nicht ganz unwillkommen seyn dürfte, da sie einiges näher erläutern wird, als bereits Herr Adams in dieser Rücksicht angegeben.

Taf. VII. Fig. 1. stellt diese Luftpumpe zum Gebrauche fertig vor. Fig. 3. ist ein senkrechter Durchschnitt des einen Zilinders, der zwei Zisternen, der Probe zur Verdichtung u. s. f. A B ist der Zilinder, CD die Zisterne, worauf der letztere steht; a, a, a, a ist die Lederbekleidung innerhalb dem Absatze, und vollkommen mit Oel befeuchtet; E F ist der Kolben; die zilindrische Stange desselben geht durch eine Lederbekleidung G G, innerhalb der Büchse oder dem Futter H I; K ist der Ort der Klappe K L, die durch das Kreuzstück M N bedeckt wird, in welches das Rohr O O gelöthet worden, das die Luft von den Klappen zu dem Gange führt, der unter die Klappenpumpe geht, wie man Fig. 4. sehen kann; o ist der Theil des erwähnten Ganges; P die Verbindung innerhalb dem Kreuzstücke P P, womit die-

Zisterne in Verbindung steht, und wodurch ein Gang geht, der dazu führt. In diesen Gang öfnen sich andere, q und r, deren ersterer zur Probe vorwärts der Pumpe, der andere aber zum Hahne und zum Recipienten führt. Der andere Zilinder ist in der Vorstellung weggelassen worden, um verschiedene Theile deutlicher vorzustellen, ausgenommen QQ, oder der obere Theil des Zilinders, welcher hier besonders vorgestellt worden, um die obere Platte einzeln zu zeigen, wodurch der Zilinder geschlossen wird, und getrennt von der Büchse oder dem Futter, worin die Lederbekleidung liegt. S bezeichnet eine der Oefnungen in der Platte, worüber die Klappe liegt, und vermittelst R in dem Kreuzstücke bedeckt wird. V V ist der Kolben nebst der Klappe, die sich oberhalb öfnet, um die Arbeit zu vermindern, wenn die Pumpe verdichtet. WX ist die Zisterne, wo man besonders den Ort für die Lederbekleidung sieht, um diese und den Zilinder mit einander luftdicht zu machen, so wie den Ort für das Oel über der Lederbekleidung. YZ ist die Verdichtungsprobe, nebst der Oefnung des Rohrs über der Oberfläche des Quecksilbers; e e ist die Lederbekleidung, wodurch die Glasröhre geht; i ist eine kleine Röhre, welche durch das Quecksilber geht, um die Verbindung zwischen den Klappen und der Probe zu machen.

Fig. 7. ist eine Ansicht der obern Fläche der obern Platte, wodurch der Zilinder geschlossen wird, und daran gelöthet ist, wo zugleich der Ort der Klappe über den drei kleinen Oefnungen angegeben worden, deren eine blos bei Fig. 3. hat vorgestellt werden können.

Fig. 4. ist ein senkrechter Durchschnitt des untern Theils der Röhren, der Klappenpumpe, des Hahns u. s. f. unter rechtem Winkel mit dem Durchschnitte Fig. 3.; AB ist das Rohr zwischen den Zilindern. Der Knopf o

ist hier oberhalb statt der Probe aufgeschraubt; C D ist die Klappenpumpe nebst der Zisterne derselben, e der Ort der Klappe unter dem Deckel, E F der Hahn, durch welchen man den Gang sieht, welcher zur Atmosphäre führt, G H das Rohr, welches von da zum Rohre des Recipiententellers führt, worin sich der Hahn I befindet, um den Gang zu verschließen, wenn der Teller als ein Ueberträger gebraucht wird, K K ist der Teller, L ein Theil, um die Oefnung zu verschließen, und worin Röhren u. s. f. gelegentlich geschraubt werden können, um Versuche anzustellen, ohne den Teller wegzunehmen: die bei O angegebene Linie zeigt den Ort der Schraube, welche die Platte gegen das Rohr drückt; P Q ist die Röhre und die gebräuchliche Probe vorwärts der Pumpe.

Fig. 5. ist ein horizontaler Durchschnitt des Hahns und der Theile, und dient, die Gänge zu bezeichnen, die von da bis zum Recipienten, den Zisternen und den Klappen oberhalb der Zilinder führen; A B ist der Gang, welcher die Zisternen mit einander verbindet; C D der Gang, welcher von den Zisternen zu dem Hahne führt; G H der Gang von dem Hahne durch das Rohr A B Fig. 4. zu den Klappen; D E der Gang durch den Hahn, welcher gelegentlich die zwei letzt erwähnten Gänge mit dem Gange E F verbindet, und von dem Hahne zu dem Recipienten führt; I der Gang in dem Hahne, der zur Atmosphäre führt, der, wenn er in Verbindung mit dem Gange bei D steht, die Luft in die Zisternen und Zilinder zur Verdichtung eindringen läßt, indeß der andere Gang durch den Hahn zu gleicher Zeit H und E verbindet. Auch stellt dieser Gang, wenn er mit E verbunden wird, das Gleichgewicht in dem Recipienten wieder her; K L ist ein Theil des Ganges, welcher von den Zisternen zur Probe führt; die angegebenen Kreisbögen bezeichnen die Stelle der Röhre und der Klappenpumpe auf diesem Theile, und

r den Ort, wo die Luft in die Klappenpumpe von dem Gange G H eingeht, und in die Atmosphäre übergeht, wenn die Maschine auspumpt.

Fig. 6. stellt die untere Fläche der Büchsen oder Futter vor, welche die Lederbekleidung enthalten, nebst dem Kreuzstücke, wodurch sie mit einander verbunden werden; der dazu gehörige Gang ist durch die punktirte Linie angedeutet, durch welchen die Luft von den Klappen zu der Röhre geht; diese Figur hat besonders zur Absicht, die Stellen anzudeuten, wo die Klappen wie bei I sich befinden.

Fig. 2. ist eine Seitenansicht der Pumpen, und zeigt die Lage der Klappenpumpe, und den Handgrif des Hahns, wo A die Pumpe und B der Handgriff ist.

Fig. 8. ist die obere Platte, welche den Schlüssel des Hahns in seinem Futter luftdicht hält; oberhalb dieser Platte sind die Richtungen angemerkt, um den Schlüssel nach Erfordern der Umstände zu drehen, z. B. wie dessen Stellung zum Auspumpen u. s. f. gewendet werden müsse.

Zu näherer Erklärung des Schalles, und besonders in Rücksicht der zweckmäßigen Anwendung derjenigen Eigenschaft der Luft, wodurch der Schall am vortheilhaftesten fortgepflanzt werden kann, erlaube man mir, hier noch einiges aus einer Abhandlung über den Bau der Theater von G. Saunder auszuheben, in der Erwartung,

daß vielleicht einiges einen nähern Aufschluß, besonders in Rücksicht der praktischen Anwendung, geben dürfte.

Daß der Schall durch die Luft fortgepflanzt werde, wissen wir, allein die Art und Weise, wie er auf die Luft wirke, war lange Zeit eine wichtige Untersuchung der Naturforscher, und das Resultat davon ging dahinaus, daß sie in Vibrationen gerathe, und im Kreis wellenförmig bewegt werde, so wie ohngefähr das Wasser, wenn ein Stein in dasselbe geworfen wird.

Da Herr Saunders in allen Abhandlungen, die in Rücksicht der gleichförmigen Verbreitung des Schalls erschienen, keinen befriedigenden Aufschluß erhielt, so unternahm er dieserwegen verschiedene eigene Versuche, aus denen ich hier die wichtigsten ausheben will.

1. Versuch. Nachdem ich einen Kreis von hundert Fuß im Durchmesser gezogen, so stellte ich einen Redner in die Mitte desselben; die Entfernung betrug überall den Halbmesser, oder funfzig Fuß. Die Zuhörer um den Umkreis dieses Zirkels hörten den Redner vollkommen deutlich, so wie sie vor ihm standen, weniger deutlich hingegen zur Seite, und kaum verständlich hinter demselben. — Bei allen Versuchen dieser Art wählte Herr Saunders einen ruhigen, heitern Tag, und eine freie Ebene, so wie er dieserwegen auch das Lesen in einem Buche vorzog, damit die Stimme der Veränderung nicht so sehr ausgesetzt sey.

2. Versuch. In den nämlichen Kreis lies ich jetzt einen Redner 25 Fuß vom Mittelpunkte entfernt treten, welches drei Viertheile des Durchmessers, oder 75 Fuß

vorwärts, und 25 Fuß hinterwärts betrug: er ward jetzt am deutlichsten zur Seite, weniger deutlich hingegen vor und hinterwärts gehört.

3. Versuch. Bei Wiederhohlung dieser Versuche, und bei fernerer Abänderung der Lage des Redners fand ich endlich, daß die Stimme den Umkreis überall am gleichförmigsten erreicht, wenn er 17 Fuß vom Mittelpunkte entfernt stand.

Man glaubt insgemein, daß die Stimme mehr steige als falle; allein da frühere Erfahrungen Herrn Saunders genau das Gegentheil bewiesen, so unternahm er dieserwegen jetzt eigene Versuche, welche diese Erfahrungen bestätigten. Die Stimme wurde nämlich in einem reinen Schornsteine, der beinahe vollkommen gerade in die Höhe gieng oberhalb unter 50, unterwärts aber unter 60 Fuß gehört. Indessen da nach Dr. Burney die Erde fähig ist den Schall unterwärts anzuziehen, so wiederhohlte er diesen Versuch noch einmal in der St. Pauls Kirche zu London, wo er dieses Verhältniß wie 70 zu 80 fand. Indessen abgerechnet den Unterschied der Dichtigkeit der Luft in ihren verschiedenen Regionen glaubt Saunders doch folgern zu können, daß bei gleicher Dichtigkeit der Luft, der Schall sich überall gleichförmig verbreite, wozu ihm besonders eigene Versuche Bestätigung zu geben schienen.

Große Veränderungen leidet indessen der Schall an gegenüberliegenden vorragenden Ecken und andern Hindernissen, wogegen der Schall anschlägt, so daß er nicht selten dadurch ganz unterbrochen wird, auf welche unter ähnlichen Umständen besonders Rücksicht zu nehmen ist. Daß die Dichtigkeit der Luft großen Einfluß auf die Stärke

des Schalls und auf dessen Verbreitung habe, hatte bereits Dr. Priestley sattsam bewiesen, welches sich auch nochmals durch Versuche bestätigte, die Saunders dieserwegen anstellte. Luftströme aber bewirken beim schwachen Schalle wenig Unterschied, der besonders beim starken Schalle beträchtlich wird, wie schon gemeine Erfahrungen zeigen.

Die Voraussetzung, daß der Schall zurückgeworfen werde, ist beinahe allgemein angenommen worden, so wie man denn auch das Echo von dieser nämlichen Wirkung herleitet, und dieserwegen nicht wenig geschrieben hat, um daraus die Art und Weise dieser Wirkung zu erklären, und die verschiedenen Formen anzugeben, welche ein Echo zu erzeugen im Stande seyn dürfte. Ueberhaupt erklärt man die Fortpflanzung des Schalls genau nach den Lehren, die man in Rücksicht der Lichtstrahlen anwendet, woraus man denn nothwendig folgerte, daß die Gestalt eines Ovals besonders zu Erzeugung des Echo beförderlich sey, obschon dagegen so viele Beispiele zu streiten scheinen. So ist z. B. die Gallerie unter der Kuppel der St. Peterskirche kreisförmig; die Gallerie über dem östlichen Chore der Hauptkirche von Gloucester ist gerade; die Claudianische Wasserleitung ist ebenfalls gerade, und das Gefängniß des Dionysius zu Syrakus ist eine Parabel. Bei allen Beispielen, die man dieserwegen anführt, ist vom Hören eines Wispern die erforderliche Lage an oder doch nahe an der Wand. Würde es nun vermöge eines Zurückwerfens erzeugt, so müßte gerade das Gegentheil der Fall seyn, und man müßte den Ort aufsuchen, wo alle zurückgeworfenen Strahlen konzentrirt würden.

In Rücksicht der Fortpflanzung des Schalls hat man besonders auf die Oerter und überhaupt auf diejenigen

Umstände zu sehen, welche hierauf irgend Einfluß haben können. So ist die lockere Erde hierzu weniger geschickt; da sie den Schall einsaugt; eben so ungünstig für den Schall sind alle Arten wollner Tücher; ferner eine große Menge von Menschen, da hingegen Wasser ein vorzüglich guter Leiter desselben ist. So hat man z. B. in neu gebauten Häusern sehr oft bemerkt, daß während dem sie noch feuchte sind, sie ein Echo geben, welches sich aber verliert so wie sie trocken werden. Bei einem Versuche, welchen Herr Saunders besonders dieserwegen auf einem ruhigen Wasser anstellte, fand sich, daß sich hier der Schall deutlich bis auf 140 Fuß weit fortpflanzte, da hingegen er auf der Erde nur in einer Entfernung von 76 Fuß weit deutlich gehört werden konnte. So wissen Leute, die auf dem Wasser sind, wenn es ruhig, und das Wetter vollkommen heiter ist, daß man selbst ein Wispern quer über den Fluß hören könne. Folgender Umstand kann dies noch näher berichtigen: als nämlich ein Wasserkanal unter dem Parterre des Argentinischen Theaters zu Rom angelegt worden war, so wurde der Unterschied der Stimme besonders auffallend, die jetzt am Ende vollkommen deutlich gehört wurde, welches vorher nicht gewesen. So steht die Villa Simonetta nahe bei Mailand ganz über Wasserarkaden; eine andere Villa nahe bei Rouen, die besonders wegen ihres Echo merkwürdig ist, steht über Wasserbehältern; eben so hat ein bedecktes Wasserbehältniß bei Stanmore ein starkes Echo. Ueberhaupt wird man unter allen Bögen steinerner Brücken ein Echo finden, welches unter ähnlicher Bauart auf dem Lande selten der Fall ist. Nach Kircher ist zur Nacht das Echo jederzeit stärker als am Tage, welches auch Dr. Plott gefunden haben will, desgleichen bei neblichtem Wetter, wo Addison bei der Villa Simonetta 56 Wiederhohlungen zählte.

Nebst dem Wasser leitet Stein den Schall sehr gut, obschon freilich der Ton nicht so sanft und angenehm ist; in Verbindung des Wassers erhält man dadurch die stärksten Echos. Besonders gehört hierher das Holz, welches unter allen den Schall leitenden Materien den angenehmsten und am meisten melodischen Ton erzeugt, ferner Metalle, besonders welche sehr elastisch sind, nur daß der dadurch erhaltene Ton härter und rauher ist.

In Rücksicht der nähern Entwickelung dieser Sätze, ihrer Erläuterung durch Beispiele und zweckmäßig angestellte Versuche, so wie in Rücksicht der praktischen Anwendung in der Baukunst, besonders der Theater, muß ich auf Saunder's Treatise on Theaters verweisen, da mich eine nähere Anführung alles dessen zu weit führen dürfte.

Man erlaube mir, daß ich hier, vielleicht für bloße Dilettanten nicht ganz ohne Entzweck, die vorzüglichsten Kenntnisse, die wir in Rücksicht der Luft, und ihrer Wirkungen besitzen, in einer kurzen Uebersicht wiederhohle. Im ganz eigentlichen Sinne nennen wir Luft diejenige unsichtbare, farbenlose und elastische Materie, die unsre Erde umgiebt, und in welcher wir leben, die dieserwegen eben so erforderlich ist, als das Element des Wassers den Fischen. Ehedem rechnete man diese gemeine oder atmosphärische Luft unter die Elemente, und nahm sie solchergestalt gleichsam als ein Wesen an, welches keiner Zersetzung unterworfen sey: allein neuere Erfahrungen haben das Gegentheil bewiesen, und gezeigt, daß es mehrere Luftgattungen giebt, die man besonders unter dem Namen Gas anführt.

Die vornehmsten Eigenschaften der Luft sind: 1) eine ausserordentliche Flüssigkeit, vermöge welcher sich ihre Theile trennen lassen, so daß selbst die strengste Kälte keine Verdichtung derselben bewirken kann, indessen demohnerachtet ist sie körperlich, d. i. sie widersteht durch einen unter Umständen angemessenen heftigen Gegendruck, wovon der Wind ein Beispiel geben kann, so wie ein senkrecht mit der Mündung unterwärts gestürztes Glas eben dieserwegen sich keinesweges mit Wasser anfüllt.

2) Eine große Elastizität, vermöge welcher, je nachdem die Luft vorher zusammengedrückt war, sie jetzt eine Gewalt auszuüben vermag, als man sonst nur z. B. vom Schießpulver zu erwarten gewohnt ist. Dieses sich ausdehnende Vermögen der Luft ist so groß, daß wir den Raum zu bestimmen nicht vermögend sind, in welchen sich irgend eine Menge Luft zu verbreiten vermögend ist; so wie eben wegen dieser elastischen Kraft der Luft sie alle Räume in und zwischen Körpern einnimmt, wenn sie nicht durch irgend eine andre Gewalt zurückgehalten wird.

3) Eine gewisse Schwere ist eine ausserordentlich wichtige Eigenschaft derselben. Vermöge derselben, oder ihrem Gegendrucke nach erfolgter Kompression, sie geschehe nun aus natürlichen Ursachen z. B. vermöge des Drucks der obern Luftschichten gegen diejenige, worin wir leben, oder durch irgend künstliche Mittel, lassen sich eine ausserordentliche Menge von Erscheinungen in der Natur sowohl, als durch die Kunst veranstaltet, erklären. Durch dieses Vermögen wirkt z. B. die Pumpe, eben hierdurch bleibt das Quecksilber in der Barometerröhre schweben u. s. f. wovon in den vorhergehenden Vorlesungen mehrere Beispiele angeführt worden. Bestimmungen der Wirkungen des Drucks und der Federkraft der Luft findet man in

diesen Vorlesungen weitläuftiger, wo ich hier blos des Mariottischen Gesetzes erwähnen will. Indessen können Wärme, Feuchtigkeit und künstliche Beimischungen hierin einige Aenderungen verursachen, und sie zum Theil verstärken und vermehren, wovon oben Beispiele angeführt worden sind, um welcher Ursache denn auch in den Körpern selbst sich große Veränderungen erzeugen, wovon ich hier blos die Ausdehnung und Zusammenziehung derselben anführen will.

Eine der wichtigsten physikalischen Untersuchungen ist das Verhalten der Körper, wenn sie der Luft beraubt werden, wozu uns die Luftpumpe besonders behülflich ist, die, wenn sie auch keinen vollkommnen luftleeren Raum bewirkt, doch unter Umständen gewissermaßen als ein solcher angesehen werden kann, besonders nachdem sie durch die wiederhohlten Bemühungen der Gelehrten und Künstler gegenwärtig zu einer solchen Vollkommenheit gekommen ist, daß wir in dieser Rücksicht beinahe alle befriedigende Resultate erhalten. Aber eben so wichtig ist es auch, das Verhalten der Körper in verdichteter Luft zu wissen. Man hat dieserwegen eigene Maschinen, die unter dem Namen Kompressionsmaschinen bekannt sind, wenn die bereits erwähnten Luftpumpen nicht zugleich mit dieserwegen eingerichtet sind.

Ich will hier noch der vorzüglichsten andern Instrumente erwähnen, deren man sich insgemein zu näherer Untersuchung der Luft bedient. Eines der vornehmsten ist ohnstreitig das Barometer. In den Vorlesungen selbst ist bereits angeführt worden, wer der erste Erfinder dieses in der That wichtigen physikalischen Instruments gewesen, wie es entstanden, und welchen großen Einfluß diese Erfindung auf die gänzliche Reform der damaligen

scholastischen Physik machte, auch ist bereits angegeben worden, daß man bald anfieng, dieses Instrument zu Höhenmessungen zu gebrauchen, damals eigentlich noch in der Absicht, um die bisher immer noch geäußerten Zweifel von der Schwere und dem Drucke der Luft augenscheinlich zu widerlegen.

Die ursprüngliche und ohnstreitig beste Gestalt dieses Instruments war eine hinreichend lange Röhre, die man bis oberhalb mit Quecksilber füllte, mit aufgehaltenem Finger umkehrte, und in ein Gefäß stellte, worin gleichfalls Quecksilber befindlich war: so fiel das Quecksilber in der Röhre, je nach dem Drucke als gegenwärtig die Luft auf die Quecksilberfläche in dem Gefäße äußert. Man verfiel aber bald selbst auf die sonderbarsten und nicht selten ganz zweckwidrigen Künsteleien, die hier anzuführen, die Absicht nicht erfüllen würden. Eben so ist es beinahe auch der Fall mit den sogenannten Reisebarometern, deren bisher noch keins der Absicht völlig entsprochen hat, oder doch wenigstens nicht von Dauer gewesen.

Bei einem Barometer hat man besonders auf die dem Drucke der Luft freiliegende Oberfläche des Quecksilbers Rücksicht zu nehmen, die um desto ausgebreiteter seyn muß, je stärker die Quecksilbersäule ist, die eigentlich das Barometer ausmacht, damit alle hier erzeugte Veränderungen nicht merklich auf die Veränderung der erwähnten Oberfläche des Quecksilbers in dem Barometer wirken können; oder man müßte sich dieserwegen der so genannten Heberbarometer bedienen, die aber eine doppelte Beobachtung nöthig machen. Die zweite wesentliche Bedingung ist die Bestimmung irgend eines bekannten Maaßes von der Oberfläche des Quecksilbers in dem Behälter aufwärts, um darnach die Veränderungen des Quecksilbers

in der Röhre, und folglich des stärkern oder schwächern Drucks der Luft schätzen zu können.

Die ganze Absicht des Barometers geht übrigens, wie man aus dem, was bereits hierüber ist erwähnet worden, leicht einsehen wird, dahin, die Schwere oder den Druck der atmosphärischen Luft zu bestimmen, nebst zum Theil Hinsicht auf das, was Wärme und Kälte noch auf diesen Stand erzeugen könnte. Allein hiermit ist man nicht zufrieden gewesen, sondern hat ziemlich unbedingter Weise zugleich auch ein Prophet der Witterung werden müssen, und muß es immer noch seyn, so häufig es auch seine Anhänger täuscht.

Ein anderes zur nähern Kenntniß der atmosphärischen Luft, wäre wohl ohnstreitig das unschicklich sogenannte Manometer, oder eigentliche Dasymeter, ein Instrument, vermöge welches die jedesmalige Dichtigkeit der Luft näher bestimmt werden soll, wenn nur hierbei sich nicht Schwierigkeiten einfänden, welche die Bestimmungen, die man durch dieses Instrument erhält, unsicher machten. Otto von Guerike war der erste Erfinder, dessen Vorrichtung dieserwegen in einer luftleeren Kugel bestand, die an einem Wagebalken aufgehangen, und vermittelst eines Gegengewichts von so viel als möglich kleinem Volumen aufgehangen wurde; eine Vorrichtung, die auch noch gegenwärtig die beste ist. Veränderungen und zum Theil nähere Berichtigungen haben in der Folge de Fauchy, Varignon, Pfleiderer und Gerstner unternommen, auf welche ich der Kürze wegen mich hier blos beziehen muß.

Zur nähern Kenntniß der atmosphärischen Luft, besonders in Rücksicht des wäßrigen Antheils derselben, dient besonders das Hygrometer. Wegen Auffindung

bestimmter übereinstimmender Punkte für Feuchtigkeit und Trockenheit ist dieses Instrument lange Zeit eines der unvollkommensten geblieben, bis es durch die neuern vereinigten Bemühungen eines de Saussüre, und besonders des de Lüc, gewissermaßen zu einem beträchtlichen Grade der Vollkommenheit gediehen ist. Ich erwähne hier der alten Versuche mit beinahe allen Körpern, die Feuchtigkeit aus der Luft mehr oder weniger anzuziehen, nicht: sie sind zu bekannt, oder man findet sie wenigstens, so wie die damit unternommenen Spielereien, ohne große Mühe. Wichtiger in dieser Rücksicht sind die Bemühungen des Herren de Saussure, dessen Haarhygrometer, so wie dessen Bestimmungen wegen fester übereinstimmender Punkte, immer von großem Belange für die nähere physikalische Bestimmung der Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft waren. Die größte Aufmerksamkeit aber verdient ohnstreitig das Fischbeinhygrometer des Herrn de Lüc und seine Bestimmung der erforderlichen festen Punkte, so wie der dieserwegen mit Herrn de Saussüre geführte Streit. Die nähere Beschreibung dieses Instruments steht in Rücksicht des erstern in den Leipz. Samml. zur Mathematik, und in Rücksicht des letztern in meiner Samml. mathematischer Instrumente vollständig beschrieben, worauf ich mich hier beziehe.

Zur nähern Bestimmung der Wärme oder Kälte der Luft dient das Thermometer, dessen ich aber weiterhin näher erwähnen werde.

Allein nie haben wir noch gegenwärtig die Luft vollkommen rein, ohne alle fremde Beimischung, finden können: selbst die reinste Luftgattung, die unter dem Namen dephlogistisirter Luft bekannt ist, besitzt irgend einen Antheil von denjenigen Körpern, durch welche sie erhalten wird.

Eben so ist auch unsre atmosphärische Luft, die wir athmen, ein Gemisch von den mannigfaltigsten Materien. Nähere Untersuchungen, Berichtigungen, Darstellungen dieser verschiedenen Materien, die sich mit der Luft vermischen, ihr diese oder jene Form geben u. s. f. sind in unsern Zeiten durch die dadurch bekannt gewordenen Gasarten geschehen, deren nähere Erklärung, ihr Verhalten für sich und gegen einander Herr Adams in seinen Vorlesungen näher entwickelt hat. Ich will hier in dieser Rücksicht nur zweier Instrumente näher erwähnen, deren man sich bei Untersuchung derselben bedient, nämlich des Eudiometers und des Gazometers.

Man will nämlich vermittelst des Eudiometers denjenigen Antheil reiner Lebensluft untersuchen, die besonders zum Einathmen und zur Erhaltung der Gesundheit dienlich ist. Schon Hales fand, daß die Salpeterluft diejenige merkwürdige Eigenschaft besaß, daß durch sie die gemeine atmosphärische Luft, je nach dem Antheile derselben, der eigentlich zum Athemhohlen dienlich ist, vermindert wird. Die eigentliche Bestimmung dieses Grundsatzes und des darauf gebauten Instruments haben wir aber dem so sehr um die Physik verdienten Priestley zu verdanken. Indessen ist dieses Instrument noch keinesweges im Stande seiner endlichen Vollkommenheit, und zwar um so weniger, als man, wie beim Barometer, von seiner ursprünglichen Einfachheit abwich, und übertrieben daran gekünstelt hat. Unter allen ist indessen diejenige Vorrichtung vorzuziehen, die Fontana seinem Instrumente gab, und Luz sehr gut beschrieben hat, worauf ich mich hier beziehe.

Gazometer ist derjenige Apparat, dessen sich besonders Lavoisier und Meusnier zu verschiedenen Versu-

chen mit den Gasarten, besonders aber zu genauer Abmessung des Volumens derselben bedienten, und man versteht gegenwärtig darunter Vorrichtungen, um das Abbrennen der dephlogistisirten und brennbaren Luft bequem zu veranstalten, die verhältnißmäßige Menge der dazu angewandten Luftarten genau zu messen, und das dadurch erhaltene Wasser zu sammeln und zu berichtigen. Es ist übrigens ein sehr zusammengesetztes Instrument, daher ich mich dieserwegen auf das Magazin für das Neueste aus der Physik von Voigt, und auf Grens physikalisches Journal beziehe, wo einige Einrichtungen dieses an sich außerdem wichtigen physikalischen Instruments weitläuftig beschrieben worden sind.

Feuer heißt im gemeinen Leben alles das, was als Mittel dient, in andern Körpern die Erscheinungen und Wirkungen der Wärme hervorzubringen: in der Naturlehre bedient man sich gleichfalls dieses Ausdrucks zur Bezeichnung der gegenwärtig immer noch unbekannten Ursache der Wärme, die einige von einer eigenen Substanz herleiten, andre hingegen blos in einer nach gewissen Modifikationen erfolgenden Bewegung der feinsten Theile setzen, bei welcher letztern Voraussetzung sich dann aber freilich die Schwierigkeiten zu Erklärung der Erscheinungen sehr anhäufen.

Indessen ist in gegenwärtiger Zeit der Streit derjenigen, die einen gewissen Feuerstoff annehmen, nicht wenig heftig gewesen, so daß gewissermaßen physische Ketzereien zum Vorschein gekommen sind. Ich will hier nur das

Wesentliche von den Lehrsätzen in Rücksicht des Phlogiston im Gegensatz des antiphlogistischen Systems, und umgekehrt, anführen, übrigens aber die Liebhaber dieserwegen auf solche Schriften verweisen, die eigentlich davon handeln. Allerdings geht Herr Adams in seiner Vertheidigung des phlogistischen Systems zu weit, da es offenbar ist, daß eben durch das entgegengesetzte System des Herrn Lavoisier die Erklärung mancher Erscheinungen in der Natur sehr viel gewonnen hat, obschon freilich nicht zu läugnen ist, daß Lavoisier eben so gut, wie die Anhänger des phlogistischen Systems nicht auf unmittelbar erwiesene Grundsätze, sondern beide auf Hypothesen bauen, und Herr Adams, der so sehr dagegen eifert, hier eben so gut darauf fußt, als andre. Gegenwärtig kommt auch in der That das phlogistische System immer mehr in Verfall, und die eifrigsten Anhänger und ehemaligen Vertheidiger desselben neigen sich allmählich, durch Gründe überführt, wenn sie auch nicht als unbedingte Wahrheiten bisher haben dargelegt werden können, zu dem ehemals so berufenen französischen Systeme.

Das ganze antiphlogistische System beruht eigentlich auf den Wirkungen des Wärmestoffs (calorique), durch dessen Elastizität die kleinsten Theilchen der Körper getrennt, und entweder in einen tropfbaren Zustand versetzt, oder in eine elastische Flüssigkeit verwandelt werden, in welchem letztern Falle sie Gas heißt. Der allgemeine Grundstoff aller Körper ist das Oxygen, oder Sauerstoff, der dem Phlogiston entgegen gesetzt wird, durch dessen Beitritt nach diesem Systeme alle Körper schwerer werden. Nach der Lehre dieses Systems ist der Sauerstoff in der ganzen Natur verbreitet, kann aber für sich, und von den Körpern getrennt, nicht dargestellt werden, indessen ist er nach dieser Lehre eines der allgemeinsten Wir-

kungsmittel in der Natur, und der Grundstoff aller übrigen Säuren, wenn er sich mit einer dazu fähigen Basis verbindet, wo dann diese Sättigung mehr oder weniger vollkommen, und selbst übersättiget seyn kann. So bestehen denn alle Säuren aus Verbindungen der dazu fähigen Basen mit Sauerstoff, und die Gasarten aus Verbindungen schicklicher Basen mit Wärmestoff. Nach diesem Systeme giebt es denn theils einfache, theils unzerlegte Substanzen in der Natur, aus deren Verbindung zusammengesetzte Körper entstehen.

So entsteht aus der Verbindung des Wärmestoffs mit dem Sauerstoffe das Sauerstoffgas oder die Lebensluft (gas oxygene); die Luft der Atmosphäre besteht nach diesem Systeme aus zwei Arten Gas, einem respirabeln und einem irrespirabeln: ersteres ist jene Verbindung des Wärmestoffs mit dem Sauerstoffe, letzteres aus der Verbindung des Wärmestoffs mit dem gleichfalls nach diesem Systeme als einfach angenommenen Stickstoffe oder Salpeterstoffe (azote), und heißt alsdenn Stickgas, oder Salpeterstoffgas (gas azote). Phosphor, Schwefel und Kohle trennen bei hohen Graden der Temperatur den Sauerstoff in der Luft vom Wärmestoff, wodurch letzterer frei wird, und sich durch Hitze und Licht äußert, worin denn das Verbrennen dieser Substanzen besteht, und wo sich der Sauerstoff mit ihnen zu Säuren verbindet, als Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure u. s. f. Das Verkalken der Metalle ist nur eine unvollkommne Säurung, weil die Metalle mit dem Sauerstoffe nicht gesättiget, sondern nur in Mittelsubstanzen, oder Halbsäuren, (Kalke Oxydes) verwandelt werden.

Lavoisier, wenn auch nicht unmittelbarer Urheber, doch wenigstens der erstere Beförderer, trug dieses System

seit 1777. in einzelnen Abhandlungen vor, dem man denn bald nachfolgte, ohnerachtet es sehr heftige Gegner fand, deren größte Menge sich aber gegenwärtig allmählich diesem Systeme mehr oder weniger genähert hat; indessen muß man es doch keineswegs als ausgemachte Wahrheit erklären, sondern mehr als eine Vorstellungsart, die vielen Erscheimungen in der Natur in Rücksicht ihrer nähern Erklärung sehr entsprechend zu seyn scheint.

Ich habe hier blos die ersten Grundbegriffe, und ein Paar Beispiele anführen können; im übrigen beziehe ich mich auf eigene darüber geschriebene Abhandlungen als: Elemens d' histoire naturelle et de Chemie par Mr. Fourcroy à Paris 1791. Vol. I — V. 8 Deutsch von P. Loos mit Wieglebs Anmerk. Erf. IV. B. 8 und in Rücksicht eines kurzen und musterhaften Vortrags Girtanners Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berl. 1792. 8. welcher letztere auch über die Nomenklatur geschrieben hat, die man aus mehrern Sprachen in einer Uebersicht besonders alphabetisch in Remmlers Handlexikon (Erf. 1793. 8.) auch tabellarisch von eben demselben (Leipz. 1793. Fol.) und systematisch von Eimbke (Halle 1793. 8.) findet.

Ich will hier nur noch einige Instrumente erwähnen, wodurch die Eigenschaften und Untersuchungen des Feuers eine nähere Berichtigung erhalten können, so wie sie zum Theil auch in anderer Rücksicht eine Anwendung erleiden.

Das Thermometer ist zu Untersuchung der freien Wärme ohnstreitig das vorzüglichste Instrument, wenn es auch übrigens nicht eigentlich die Wärme selbst, sondern blos Verhältnisse derselben anzeigt. Wahrschein-

lich gab wohl Kornelius Drebbel den ersten Gedanken dazu an, war aber damals mehr, was man jetzt unter Luftthermometer versteht, und wirkte zugleich als ein unvollkommnes Manometer. Die darauf folgenden Einrichtungen, die unter dem Namen der Florentinischen Thermometer bekannt sind, wirkten jetzt bereits schon durch die Kraft der Ausdehnung des Weingeists vermittelst der Wärme, allein sie waren noch keinesweges vergleichbar. Die ersten Vorschläge zu Bestimmung fester Punkte thaten ohnstreitig Renaldini, Newton, Amontons, Huygens und Papin, die denn in der Folge besonders von Fahrenheit angewandt wurden, welcher zu seinen Thermometern anfangs gleichfalls Weingeist gebrauchte, nachgehends aber sie mit Quecksilber füllte. Um eben diese Zeit machte Reaumür seine wichtigen Versuche dieserwegen bekannt, die bald allgemein angenommen wurden.

Eigentlich ließe sich zu einem Thermometer jede Materie anwenden, die bei Wärme irgend einer Ausdehnung empfänglich ist, und durch Kälte wieder sich zusammenzieht; allein man wählt doch besonders solche, welche theils die meiste Empfänglichkeit dieserwegen zeigen, noch mehr aber solche, deren Ausdehnung und Zusammenziehung am gleichförmigsten erfolgt: in welcher Rücksicht denn das Quecksilber vorzüglich anwendbar ist. Die mühsamen Versuche, die man dieserwegen angestellt hat, muß ich hier übergehen, und mich auf Werke beziehen, die absichtlich dieserwegen geschrieben worden sind, da sie außer der Gränze einer Anmerkung liegen. Ueberhaupt empfehle ich in dieser Rücksicht sowohl als in allem, was zur Physik gehört, die musterhafte Darstellung einer gedrängten Uebersicht solcher Artikel Gehlers physikalisches Wörterbuch.

Da aber die Materie, woraus die eigentlich so genannten Thermometer verfertiget werden, die Wärme nicht über den Kochungspunkt des Wassers bestimmen, dieß aber doch unter Umständrn nicht weniger erforderlich ist, so mußte man dieserwegen eine andere Materie wählen; Thermometer dieser Art kennt man unter dem Namen Metallthermometer, und besonders zu eigenen Absichten angewandt, Pyrometer. Herr Adams hat in seinen Vorlesungen einige derselben angeführt, denen ich noch ein Paar sehr einfache von Ferguson beifügen will.

AA Fig. 9. Taf. VII ist eine flache Tafel von Mahagonyholze, auf welcher die vier Träger von Messing B, C, D, L und die zwei Spitzen bei F und H befestiget sind. Um den Stift F bewegt sich der gebogene Zeiger EI, und um den Stift H der gerade Zeiger GK, wogegen eine schwache Uhrfeder R drückt. Der Bogen MN ist in Zolle und Zehntheile eines Zolls getheilt, und mit 1000, 2000 u. s. f. bemerkt. Eine Stange von Metall O wird in die Einschnitte der Träger C und D gelegt, indeß das eine Ende dieser Stange gegen die Richtungsschraube P, das andere Ende aber gegen den gebogenen Zeiger EI um den zwanzigsten Theil seiner Länge von dessen Mittelpunkte der Bewegung F wirkt. Man sieht also hieraus, daß um wie viel auch die Stange O verlängert wird, sie um eben so viel auf den Zeiger EI wirke: allein da das gebogene Ende dieses Zeigers bei H um 20mal so weit von dem Mittelpunkte der Bewegung F ist, so wird diese Bewegung um 20mal diese Länge übertreffen. Und da ferner dieses gebogene Ende gegen den Zeiger GK gleichfalls um den zwanzigsten Theil gegen den Zeiger GS von dessen Mittelpunkte der Bewegung H wirkt, so wird die Spitze S diesen Raum wieder um 20mal verdoppeln,

folglich die Angabe der Verlängerung der Stange O von der Spitze S 400mal seyn, so daß wenn die Stange sich nur um den 400sten Theil eines Zolls verlängert, die Spitze S einen ganzen Zoll der Eintheilung durchlaufen wird; und da jeder Zoll wieder in 10 gleiche Theile getheilt worden, so wird, wenn die Stange sich blos um den zehnten Theil des 400sten Theils eines Zolls verlängert, welcher blos der 4000ste Theil eines Zolls ist, die Spitze S sich bereits um den zehnten Theil eines Zolls bewegen.

Um nun zu finden, wie groß die Verlängerung einer Stange durch Wärme sey, lege man sie zuerst kalt in die Einschnitte der Träger, und wende die Schraube P, bis die Feder R die Spitze S des Zeigers GK bis zum Anfange der Theilung bei M treibt: so nehme man jetzt ohne Aenderung der Schraube die Stange heraus, und reibe sie oder erwärme sie auf irgend eine Art, lege sie wieder ein, und sehe nach, um wie viel sie die Spitze S vorgestoßen hat, welche Spitze denn genau die Verlängerung der Stange, die auf diese Art erhalten worden, anzeigen wird. Zu Vermeidung der Anreibung thut man wohl bei I und K kleine Rollen anzubringen.

Das folgende Pyrometer bestimmt die Ausdehnung der Metalle bis zum 45000sten Theil eines Zolls. Die obere Fläche dieser Maschine ist Fig. 10 Taf. VII. vorgestellt. Der Rahmen ABCD ist von Mahagonyholz, welcher einen Kreis trägt, der in 360 gleiche Theile getheilt worden, innerhalb welchem ein anderer Kreis sich befindet, der in acht gleiche Theile getheilt ist. Wenn die kurze Stange E um einen Zoll bewegt wird, so wird der Zeiger e um 125mal den in 360 Theile getheilten Kreis durchlaufen. Da nun 125mal 360 = 45000 ist, so sieht man, daß wenn die Stange E eine Bewegung von

dem 45600sten Theil eines Zolls erhält, der Zeiger eine Bewegung um eine der Theilungen des Kreises machen werde. Da nun bey diesem Pyrometer der Kreis 9 Zoll im Durchmesser hält, so ist die Bewegung des Zeigers selbst bis zu einem halben Grad noch sichtbar, welches dem 90000sten Theil eines Zolls für die Bewegung der kurzen Stange E entspricht.

Das eine Ende der langen Metallstange F wird in den ausgehöhlten Theil vom Eisen G eingelegt, welcher an dem Rahmen der Maschine befestiget ist; das andre Ende dieser Stange aber liegt in der Stange E über der Querstange H I: wird nun das Ende f der langen Stange dichte an das Ende der kürzern angelegt, so sieht man dann, daß so wie F eine Ausdehnung erleidet, sie E vorwärts stoßen, und so den Zeiger e herum bewegen werde.

Die Maschine steht auf vier Unterlagen, die hoch genug sind, um eine Weingeistlampe unter die Stange F zu setzen, um dieser nach Erfordern die nöthige Hitze zu geben.

Hat man nun verschiedene Stangen z. B. von Silber, Messing, Eisen u. s. f. vorräthig, welche aber alle von einerlei Länge seyn müssen, so kann man hierdurch die Ausdehnungen dieser verschiedenen Metalle unter einerlei Grade von Wärme untersuchen, die man je nach einer Uhr bestimmen kann. Uebrigens müssen solche Stangen von einerlei Größe seyn, was man durch eine Zugmaschine leicht erhalten kann.

Die innere Einrichtung dieses Pyrometers ist folgende.

A a Fig. 11. ist die kurze Stange, welche sich zwischen Rollscheiben bewegt; an der Seite a sind 15 Zähne

auf einen Zoll, welche in das 12 stäbige Trieb B greifen, an dessen Welle das Rad C von 100 Zähnen ist, welches in das 10 stäbige Trieb D greift, an dessen Welle das Rad E gleichfalls von 100 Zähnen ist, welches in das 10 stäbige Trieb F greift, an dessen Welle der Zeiger angesteckt wird.

Da nun jedes Rad C und E 100 Zähne hat, und die Triebe D und F zehnstäbig sind, so sieht man hieraus, daß wenn das Rad C sich einmal herumdreht, das Trieb F und der Zeiger 100mal herum gekommen seyn werden. Da nun aber das erste Trieb B nur 12 Stäbe hat, und die Stange A a 15 Zähne auf einen Zoll, so wird eine Bewegung von einem Zoll der Stange, das letzte Trieb F 120 mal herum treiben.

Ein seidner Faden b ist an die Welle des Triebs D befestiget, und verschiedenemale herum geschlagen, dessen andres Ende in eine schwache Feder G eingehangen ist, die mit dem Stifte H verbunden worden; so daß, wenn die Stange f sich ausdehnt, und die Stange A a vorwärts treibt, der Faden sich um die Axe windet, und die Feder anspannt: diese Feder dient also, die Zähne der Räder mit den Triebstecken in genauem Eingriffe zu erhalten, und solchemnach alles Schlottern aufzuheben.

Die acht Eintheilungen des Kreises Fig. 10 sind so viele Tausendtheile eines Zolls für das Ausdehnen und Zusammenziehen der Stangen, und genau der tausendste Theil eines Zolls für jede Theilung, die der Zeiger durchläuft.

Verschiedene andre Maschinen zur nähern Untersuchung des Feuers sind bereits von Herrn Adams in seinen Vorlesungen näher bestimmt worden.


F
.14.


Fig. 13.

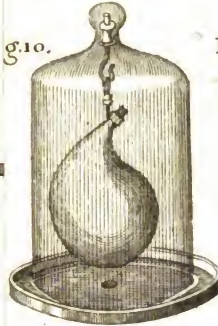

g.10.


Fig. 11.

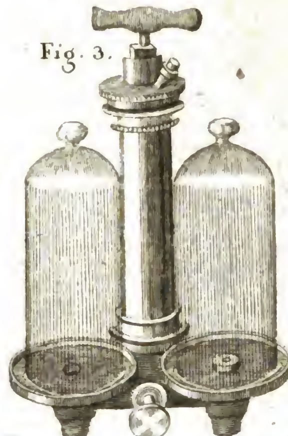

Fig. 12.

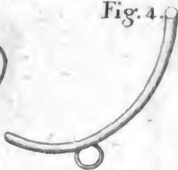

. 6

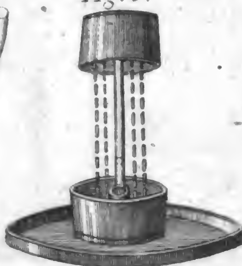

Fig. 7
g
h


Fig. 8

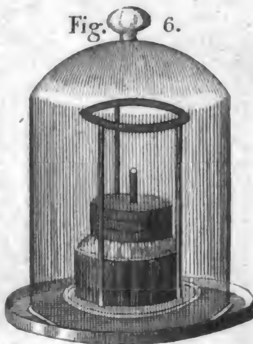

Fig.
F
O
G

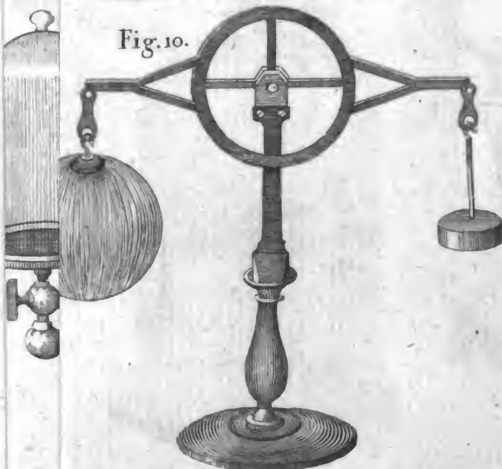

Fig. 3.

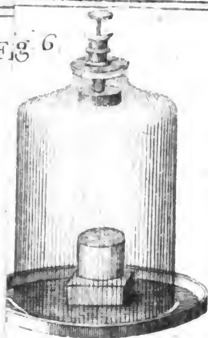

Fig. 4.

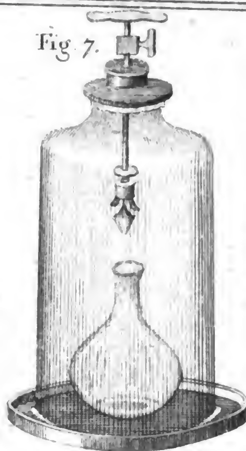

Fig. 5.

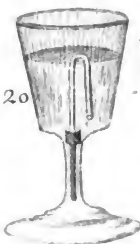

a
Fig. 7.
b

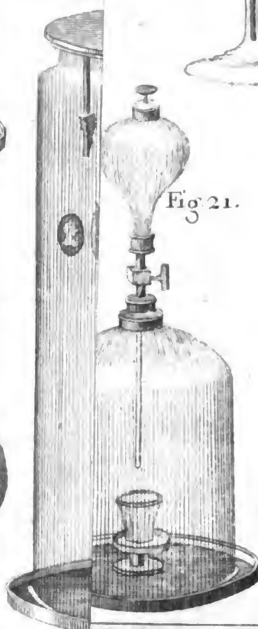

Fig. 6.

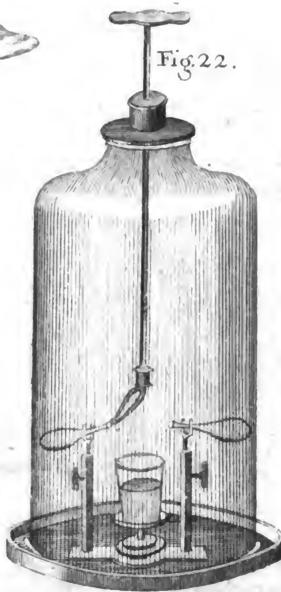

Fig. 10.


Fig. 6


Fig. 7.


Fig. 20


Fig.
Fig. 21.


Fig. 22.


Tab. IV.
Fig. 20.
Fig. 19.
g. 18.
Fig.
Fig. 12.
g. 3.
Fig
A
G
von Füßen.
3
Adams Physik Th. I.

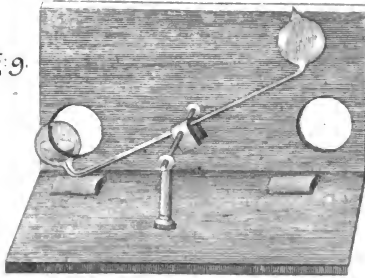


Fig: 9.





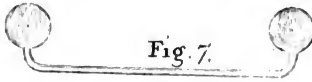


Fig. 7.

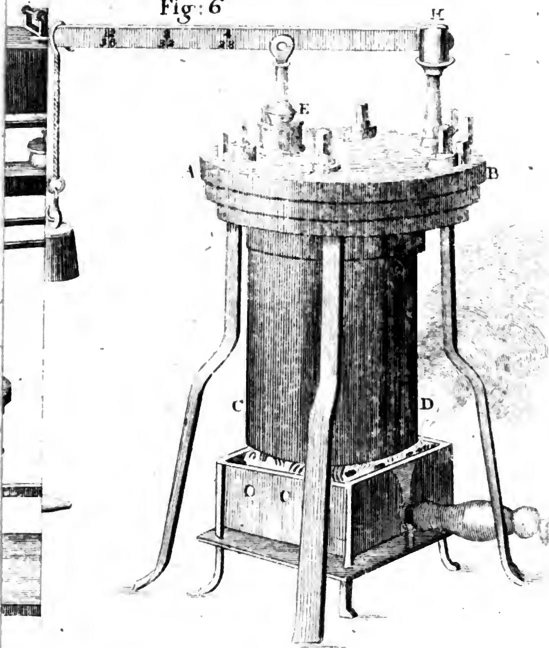
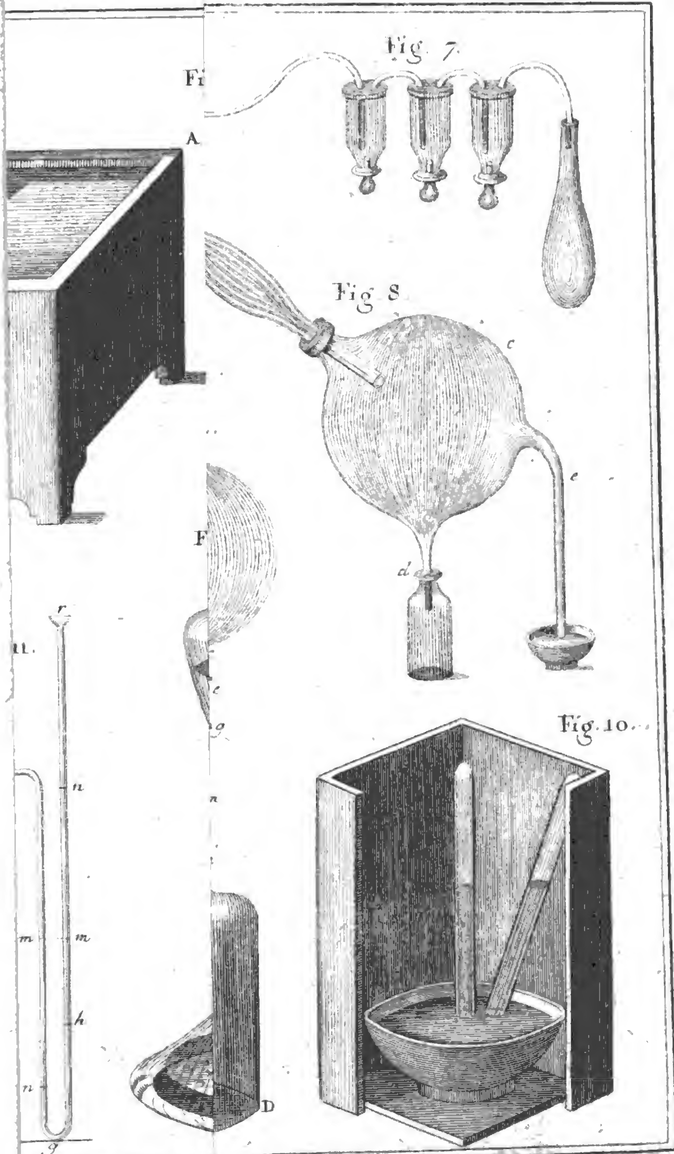
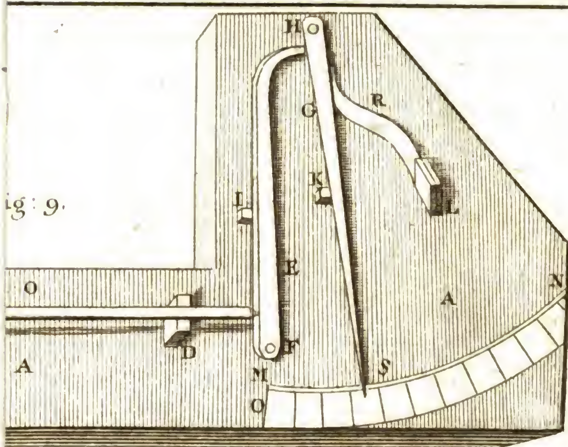
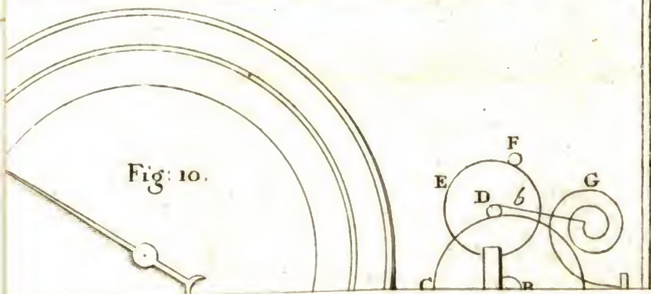


Fig: 6


Fig. 7.
Fi
A
Fig. 8
c
e
d
F
Fig. 10.
r
n
m
m
h
n
g
D


ig: 9.
H
G
R
K
L
L
E
O
A
N
D
F
A
M
S
O


Fig: 10.
F
E
D
b
G
C
B





